

揭阳职业技术学院

Jieyang Polytechnic

教 案

系（部）： 化学工程系

讲授课程： 化学物料识用与分析（与“人才培养方案”同）

任课教师： 余细红

专业班级： 应用化工技术 24 级

授课学期： 2025-2026 学年第二学期

揭阳职业技术学院化工系

2026 年 3 月

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（上） 化学工业出版社		
授课题目	水的结构与识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1、能用杂化轨道理论解释水分子的结构，判断和说明其他简单分子的空间构型。 2、了解水的化学组成。 3、掌握溶液组成的表示、稀溶液的依数性。 4、环保意识与可持续发展		
教学重点	溶液组成各种表示方法及换算		
教学难点	共价键和杂化轨道理论		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程	1、水分子中的化学键 2、水的分子结构与杂化 3、分子间力和 氢键 4、溶液及其组成的表示方法 5、稀溶液的依数性		
思 考 题	1、水分子间存在那中分子间力？ 2、如何正确的配制溶液？		
作 业	预习情境二，完成实训报告		
教学后记	本章通过讲授可起到以下几方面的作用： 1. 形成引人入胜的开端； 2. 从总体上掌握本书的内容。		

教学内容

水的结构与识用

引入：水是由什么组成的？

18 世纪末,拉瓦锡确认水不是一种元素，而是由两种元素组成的化合物。

电解水实验：正氧负氢，体积比 1：2

水由氢氧元素组成，且原子个数比为 2 : 1，水的化学式为 H₂O

思政元素：

介绍科学家在探索水分子结构过程中的创新思维和不懈追求，培养学生勇于探索、敢于质疑的科学精神。

一、水的分子结构

1. 水分子中的化学键

2. 水的分子结构与杂化

(1) 水的分子结构

1 个 O 原子只能与 2 个 H 原子形成两个相互垂直的共价键。但事实上，O—H 键之间的键角为 104.5°，H₂O 的空间构型为 V 型。

二、水分子间力和氢键

1、分子的极性

产生：每个分子都由带正电的原子核和带负电的电子组成，由于正负电荷数量相等。所以整个分子是电中性的。

电荷中心——正电荷或负电荷的集中点。

2.分子间力

(1) 色散力

(2) 诱导力

(3) 取向力

分子类型	分子间力种类
非极性分子-非极性分子	色散力
非极性分子-极性分子	色散力、诱导力
极性分子-极性分子	色散力、诱导力、取向力

3. 氢键

(1) 水分子间氢键的形成

(2) 氢键的特征

思政元素：水分子结构的探索历程

讲述科学家如何通过实验和理论推导逐步揭示水分子的结构，如道尔顿原子理论、范德华力等，引导学生体会科学探索的艰辛与成就。

三、水与人类的关系

1、天然水

(1) 硬水

硬水的种类、软化

(2) 软水

2、溶液

思政元素：

1、水资源保护与社会责任

引入我国水资源短缺的现状和水污染问题，讨论如何通过化学分析和处理技术改善水质，引导学生思考如何在日常生活中节约用水、减少污染。

2、海水淡化与可持续发展

介绍我国在海水淡化技术方面的突破，如反渗透法、蒸馏法等，强调化学技术在解决全球水资源问题中的重要作用，培养学生对科技创新的重视。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（上） 化学工业出版社		
授课题目	常见酸与碱的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1、掌握常用酸、碱的性质和用途 2、掌握金属、碱土金属、卤族元素及其主要化合物的性质和用途 3、培养科学精神与态度、增强社会责任感和树立安全环保意识		
教学重点	重要化合物化学性质与用途		
教学难点	酸碱标准滴定、溶液浓度计算		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程	1、酸碱的定义 2、常见碱的性质识用 3、常见酸的性质识用		
思 考 题	化工生产中常用碱的用途？ 实验室盛放氢氧化钠溶液的试剂瓶，能不能用玻璃塞？ 如何配制稀硫酸？		
作 业	预习学习情境三 用思维导图总结学习情境二的知识点		
教学后记	从现实生活中选取一些典型有趣的实例补充，让学生体会到学习的乐趣，复旧引新，让学生有种温故而知新的感觉。		

教学内容

一、酸碱的定义

酸：凡能给出质子的物质都是酸。 HCl 、 NH_4^+ 、 HSO_4^-

碱：凡能接受质子的物质都是碱。 Cl^- 、 NH_3 、 HSO_4^-

酸碱两性物质：既能给出质子，又能接受质子的物质。

酸碱指示剂

思政元素：

1、波义耳发现酸碱指示剂的故事

讲述波义耳通过观察紫罗兰花瓣遇酸碱变色的现象，发现酸碱指示剂的过程，引导学生学会观察生活、思考问题，培养科学探索精神。

2、酸碱中和反应与环境保护：

介绍酸碱中和反应的原理及其在环境保护中的应用，如处理酸性废水、调节土壤酸碱度等。通过案例讲解，让学生认识到化学知识在解决实际问题中的重要性，同时培养学生的环保意识。

3、酸碱指示剂的应用与食品安全

讲解酸碱指示剂在食品安全检测中的应用，如利用酸碱指示剂检测食品的酸碱性，从而判断食品的保存状态和新鲜程度。通过这一案例，让学生了解到化学知识在保障食品安全方面的重要作用，增强学生的社会责任感。

二、常见碱的性质识用

1、常见的碱

(1) 氢氧化钠 (NaOH)

俗名， 烧碱、火碱、苛性钠。

(2) 氢氧化钾 俗称苛性钾。

(3) 氢氧化钙

思政元素：氢氧化钠的工业应用与职业安全

介绍氢氧化钠在造纸、纺织、印染等工业中的应用，同时强调其强烈的腐蚀性和使用时的安全注意事项。通过这一案例，培养学生的职业安全意识和自我保护能力。

2、碱的性质

(1) 碱的通性

能使指示剂变色；碱+酸性氧化物=盐+水；碱+酸=盐+水；碱+盐=新碱+新盐

(2) 易潮解

(3) 在空气中吸收 CO₂ 生成碳酸盐

(4) 均为白色固体

3、碱金属和碱土金属

三、常见酸的性质识用

(一) 酸的通性

1、酸的分类与命名

2、酸的通性

(二) 常用酸介绍

1、盐酸 (HCl)

2、硫酸 (H₂SO₄)

3. 硝酸 (HNO₃)

4. 磷酸 H₃PO₄

5. 卤化氢

6. 卤素的含氧酸

思政元素：增强安全意识与社会责任感

结合浓硫酸的腐蚀性和稀释操作，强调实验安全和环境保护的重要性，培养学生在化学实验和实际应用中的安全意识。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（上） 化学工业出版社		
授课题目	常见金属元素及其化合物的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1. 掌握铬、锰、铁元素及其化合物的性质和用途 2. 掌握铜、锌元素单质及其化合物的性质和用途。 3. 培养科学探索精神和培养环保意识		
教学重点	铬、锰、铁、铜族、锌族价电子构型与及其氧化物的性质和用途，过渡元素通性的通性。		
教学难点	1、价电子构型 2、化合物的性质和用途		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程	1、铬、锰、铁元素及其化合物的性质和用途 2、铜、锌元素单质及其化合物的性质和用途。		
思 考 题	1、镀铬与汽车，拟了解多少？ 2、如何除去硫酸亚铁中混有的少量杂质硫酸铜？		
作 业	预习情境四		
教学后记	从现实生活中选取一些典型有趣的实例补充，让学生体会到学习的乐趣，复旧引新，让学生有种温故而知新的感觉。		

教学内容

任务一 铬、锰、铁元素及其化合物的性质识用

一、铬及其化合物

1、铬单质

(1) 物理性质

(2) 化学性质

2、铬的化合物

(1) 铬(III)化合物:三氧化二铬和氢氧化铬

Cr(III)的盐

Cr(III)的配合物的多种颜色

(2) 铬(VI)化合物

三氧化铬

铬酸和重铬酸

重铬酸及其盐的氧化性

二、锰及其化合物

1、锰单质

2、锰的化合物

(1) 锰(+2)化合物

(2) 锰(+4)化合物

(3) 锰(+6)化合物

(4) 锰(+7)化合物

三、铁及其化合物

1、铁单质

(1) 元素的存在

(2) 单质的物理性

(3) 单质的化学性质

2、铁的化合物

(1) 铁(+2)化合物

(2) 铁(+3)化合物

(3) 铁的配位化合物

任务二 铜族和锌族元素及其化合物的性质识用

一、铜族元素

1、铜族元素的单质

2. 物理性质

3. 化学性质

二、铜族元素的化合物

1、铜的化合物

2、银和金的化合物

四、锌族元素

1. 单质

(1) 物理性质

(2) 化学性质

2. 锌的重要化合物

(1) 氧化锌和氢氧化锌

(2) 氯化锌

(3) 硫化锌

三、过渡元素通性

都有较大的硬度、熔点和沸点。它们的导电性、导热性好，相互间可形成合金。

大多数溶于酸，只是有些“贵”金属电极电势较大，难与普通的酸反应。

除 IIIB 族外，都有多种氧化态，水合离子和酸根离子常呈现一定颜色。

由于 d 电子不满，化合物通常是顺磁性化合物。

原子半径从左到右逐渐减小。

电子结构特点 有未充满的 d 轨道 (Pd 除外 $4d^{10}$)，最外、次外两个电子层都未充满，特征电子构型为： $(n-1)d^{1\sim 9}ns^{1\sim 2}$

性质特点 各元素间从左到右的水平相似性：不同于主族，周期性变化规律不明显，原子半径、电离能随原子序数增加，虽变但不显著。

思政案例：

1、铝合金的应用与环保：

介绍铝合金在航空航天、交通运输、建筑等领域的应用，同时强调铝合金生产过程中的环保问题。通过案例讲解，让学生认识到金属材料的广泛应用与环保之间的平衡，培养他们的环保意识。

2、铜合金的铸造工艺与文物保护：

结合青铜器铸造工艺的介绍，讲述铜合金的历史、应用和文物保护的重要性。通过展示青铜器铸造的精美工艺和出土文物的保护故事，激发学生的爱国情怀和对文化遗产的尊重。

3、钢铁工业的发展与节能减排：

介绍钢铁工业在国民经济中的重要地位，同时强调钢铁生产过程中的节能减排问题。通过案例讲解，让学生认识到钢铁工业在推动经济发展的同时，也需要注重环境保护和可持续发展。

4、环保意识：

强调金属资源的有限性和环境保护的重要性，引导学生树立绿色化学理念，学会合理利用资源，减少环境污染。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	甲烷及烷烃的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1. 了解甲烷的物理性质和用途。 2. 理解甲烷分子结构，掌握其化学反应与应用。 3. 掌握取氧化反应代反应、裂化反应反应。 4. 掌握烷烃的命名与化学反应。		
教学重点	甲烷的结构、化学性质与用途，烷烃的命名		
教学难点	烷烃的命名，取代反应及应用		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	1、有机化合物的概念与分类 15min 2、甲烷的性质 10min 3、烷烃的同分异构现象 20min 4、烷烃 25min 5、烷烃的性质 20min		
思 考 题	P51 思考与习题 任务一		
作 业	P51 第 2、3、6 题		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		

教学内容

一、有机化合物概念及分类

1. 有机化合物及其特点

有机化合物是碳氢化合物及其衍生物的统称。只含有碳和氢两种元素的有机化合物叫碳氢化合物，简称烃。烃分子中的氢原子被其它原子或原子团取代后得到烃的衍生物。

烃是有机化合物的母体。

有机化合物的共性特点：

性质	有机化合物	无机化合物
可燃性	多数能燃烧	多数不能燃烧
耐热性	多数不耐热，固体的熔点常在400°C以下	多数耐热，难熔化，熔点一般很高
溶解性	多数不溶于水，溶于有机溶剂，溶于水的有机物多数不电离	多数溶于水，不溶于有机溶剂，溶于水的无机物多数电离
化学反应性	一般反应速率较慢，副反应多，产率较低	一般反应速率较快，副反应少，产率较高

2. 分类

(1) 按碳骨架分类

按碳骨架不同可以将有机物分成以下三类：

①脂肪族化合物（开链化合物） 分子中碳原子间相互连接成链状，也称链烃。碳原之间以 C—C 键相连者为烷烃，以 C=C 键相连者为烯烃，以 C≡C 键相连者为炔烃。

②碳环化合物 分子中含有完全由碳原子组成的环。根据碳环结构和性质的不同又可分为脂环族化合物和芳香族化合物。

脂肪族化合物在结构上也可看作是由开链化合物关环而成的，其性质与脂肪族化合物相似。

芳香族化合物是含有苯环的碳环化合物，具有特殊的性质。

③杂环化合物 在其分子的环中除碳原子外还含有被称为杂原子的其它原子(如 O、N、S)。

(2) 按官能团分类

官能团是有机物分子中比较活泼而易发生反应的原子或原子团，常决定有机物的主要化学性质，因此含有相同官能团的有机物具有相似的化学性质。

3. 分子构造式

分子构造指分子中原子间的连结方式和顺序，表示分子构造的式子叫做构造式。构造式可用短线式、缩简式（构造简式）和键线式来表示。

二、甲烷

有机化合物的链烃分子中，只含有碳碳单键和碳氢键的化合物称为烷烃。

甲烷是最简单的烷烃。

甲烷是无色、无味、可燃和微毒的气体。在标准状况下密度为 0.717g/L。

甲烷极难溶于水，在自然界分布很广，是天然气、沼气、油田气及煤矿坑道气的主要成分。

1. 甲烷的分子结构

甲烷的分子是正四面体构型。

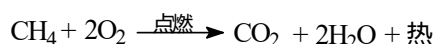
甲烷的正四面体构型可用杂化轨道理论加以解释，中心碳原子等性 sp^3 杂化。

2. 甲烷的化学性质和用途

甲烷的化学性质稳定，在一般条件下（常温、常压），与大多数试剂都不起反应。但在高温、光照或加催化剂的条件下，也能发生氧化反应、取代反应等。

（1）氧化反应

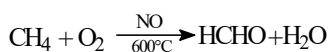
在氧气充足的条件下，纯净的甲烷在空气中可以安静的燃烧，产生淡蓝色的火焰，同时放出大量的热。



如果甲烷在空气不足时燃烧，会产生大量黑烟（C）。

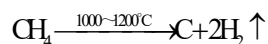


工业生产中采用甲烷的部分氧化法生产甲醇、甲醇进一步氧化成为甲醛。

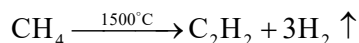


（2）加热分解

在隔绝空气的条件下，把甲烷加热到 $1000\sim 1200^\circ\text{C}$ 能分解成炭黑和氢气。

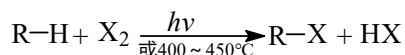


这是工业上制备炭黑的方法之一。如果在短时间内加热到 1500°C 并迅速冷却，甲烷就会分解成乙炔和氢气。



(3) 取代反应

有机物分子中的某些原子或原子团被其它原子或原子团代替的反应，称为取代反应。被卤素原子取代的反应称为卤代反应。



烷烃的卤代反应一般指氯代反应和溴代反应。

烷烃分子中不同类型的氢原子发生取代反应的活性顺序为：叔氢>仲氢>伯氢

三、烷烃

1. 同系列

烷烃的通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 。最简单的烷烃是甲烷，依次为乙烷、丙烷、丁烷、戊烷等。

具有同一通式，结构和化学性质相似，组成上相差一个或多个 CH_2 的一系列化合物称为同系列。 CH_2 称为烷烃的系差。

同系列中的化合物互称为同系物。同系物具有相似的化学性质。

2. 同分异构现象

分子式相同而构造式不同的化合物称为同分异构体，这种现象称为同分异构现象。

烷烃的同分异构现象是由分子中碳原子的排列方式不同而引起的，这种同分异构又称为构造异构。甲烷、乙烷、丙烷分子中的碳原子只有一种排列方式，所以无构造异构体。

丁烷的分子中有 4 个碳原子，可以有 2 种排列方式，所以有 2 种异构体。

3. 烷烃的命名

(1) 普通命名法

根据分子中所含碳原子数称某烷。碳原子数在 1~10 时依次用天干（甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸）表示；碳原子数在十以上的用十一、十二、十三等数字表示。

(2) 系统命名法（IUPAC 命名法）

烷烃分子中去掉一个氢原子而剩余的原子团称为烷基，其通式为 $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ ，常用 R- 表示。

对含有支链的烷烃，则必须在某烷前面加上一个汉字来区别，在链端第 2 个碳原子上连有 1 个甲基时，称为异某烷；在链端第 2 个碳原子上连有 2 个甲基时，称为新某

烷；相对无支链的同分异构体称为正某烷。

①选择主链（母体） 选择含碳原子数目最多的碳链作为主链，若分之中有两条以上等长碳链时，则选择支链多的一条为主链。根据主链所含碳原子数目定名为某烷。支链作为取代基。

②碳原子编号 从最接近取代基的一端开始，将主链碳原子用 1、2、3……编号。若主链上有 2 个或者 2 个以上取代基时，则主链的编号顺序应使支链位次尽可能小。若第一个支链的位置相同，则依次比较第二、第三个支链的位置，以取代基的位次最小（最低系列原则）为原则。

③写出烷烃名称 把取代基的名称写在烷烃名称之前，在取代基名称前面用阿拉伯数字标明它所在的位置，位次和取代基名称之间要用半字线“-”连接起来。

若主链上连有相同的取代基，相同取代基合并用中文数字二、三等表示相同取代基的数目。表示位次数字之间要用逗号隔开。

若主链上连有不同几个支链时，则按由小到大的顺序将取代基的位次和名称加在主链名称之前。

四、烷烃的性质

1. 物理性质

(1) 状态 在常温常压下， $C_1\sim C_4$ 的直链烷烃为气态， $C_5\sim C_{16}$ 的为液态， C_{17} 以上的为固态。

(2) 沸点 直链烷烃的沸点随分子量的增加而有规律地升高。

在烷烃的同分异构体中，直链异构体的沸点最高，支链越多，沸点越低。

(3) 熔点 碳原子数目增加，熔点升高。分子的对称性越大，熔点越高。直链烷烃中偶数碳的烷烃比相邻奇数碳的烷烃的熔点高。

(4) 相对密度 烷烃是所有有机物中密度最小的一类化合物，无论是液体还是固体其密度均小于 1，并随着分子量的增加而增加。

(5) 溶解度 烷烃是非极性分子，又不具备形成氢键的条件，所以不溶于水，而易溶于非极性或弱极性有机溶剂如汽油中。

2. 化学性质

(1)氧化反应

① 完全氧化: 烷烃在高温和足量的空气中燃烧。

② 部分氧化：在适当条件下，烷烃可以发生部分氧化，生成醇、醛、酮和羧酸等有机含氧混合物。

(2) 取代反应——卤代反应

碳链较长的烷烃进行氯代时，可以取代不同的氢原子得到不同的氯代烃。

(3) 裂化反应

烷烃在高温和隔绝空气的条件下，分子中的 C—C 键和 C—H 键发生断裂，生成较小分子的反应，称为裂化反应。

裂化反应的产物一般都是复杂的混合物。烷烃的裂化反应是石油加工过程中的一个基本反应，具有非常重要的意义。根据所需产物的不同，反应条件也不相同。

① 热裂化 在较高温度（500~700℃）和压力（2~5MPa）下进行的裂化叫做热裂化

② 催化裂化 在催化剂存在下的裂化叫做催化裂化。一般在常压和 450~500℃ 的条件下进行。应用最广泛的催化剂是硅酸铝。

③ 裂解 在高于 700℃ 的温度下，将石油深度裂化的过程叫做裂解。裂解的产物为低级烯烃，如乙烯、丙烯、丁烯等。

(4) 异构化反应

由一个化合物转变为其异构体的反应叫做异构化反应。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	乙烯及烯烃的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1. 了解乙烯、1,3-丁二烯的物理性质和用途。 2. 理解乙烯、1,3-丁二烯的分子结构，掌握其化学反应与应用。 3. 掌握烯烃和共轭二烯烃的命名和化学性质。 4. 掌握烯烃和共轭二烯烃的化学反应。		
教学重点	烯烃的命名与化学性质、共轭二烯烃的双烯合成反应		
教学难点	烯烃的化学性质、共轭二烯烃的双烯合成反应		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	1、乙烯 20min 2、烯烃 25min 3、二烯烃 45min		
思 考 题	P52 思考与习题 任务二		
作 业	P52 第 2、3、9 题		
教学后记	从现实生活中选取一些典型有趣的实例补充，让学生体会到学习的乐趣，复旧引新，让学生有种温故而知新的感觉。		

教学内容

一、乙烯

乙烯常温下为无色、无臭、稍带有甜味的气体。密度 0.5674g/cm^3 ，冰点 -169.2°C ，沸点 103.7°C 。易燃，爆炸极限为 $2.7\% \sim 36\%$ 。几乎不溶于水，溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。

1. 乙烯的分子结构

乙烯分子式为 C_2H_4 ，构造式 $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$ ，含有一个双键 $\text{C}=\text{C}$ 。乙烯分子平面结构。

2. 乙烯的化学性质和用途

(1) 加成反应

乙烯与某些试剂作用时，打开 π 键与试剂的两个原子或基团形成两个 σ 键，生成饱和化合物。这种反应叫做加成反应，加成反应是烯烃的特征反应。

① 催化加氢 在催化剂作用下，烯烃能与氢加成生成相应烷烃。

② 加卤素 主要与氯和溴反应。

这是合成邻二卤代烷的重要方法。

乙烯与溴发生加成反应，生成了 1,2-二溴乙烷，使溴的红棕色很快褪去。实验室常用这个反应来检验乙烯等不饱和烯烃。工业上常用溴水法检验汽油、煤油中是否含有不饱和烃。

③ 加卤化氢 一般指加氯化氢和溴化氢。这是制备卤代烷的重要方法。

同一烯烃与不同的卤化氢加成时，加碘化氢最容易，加溴化氢次之，加氯化氢最难，即与 HX 的反应活性： $\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$ 。

不对称烯烃与卤化氢加成时，氢原子一般加到含氢较多的双键碳原子上简称马氏规则。但当有过氧化物存在时，不对称烯烃与溴化氢的加成是违反马氏规则的。

④ 加水 在酸的催化下，乙烯与水加成生成乙醇。

不对称烯烃与水的加成反应，遵守马氏规则。

⑤ 加硫酸 乙烯可与冷的浓硫酸发生加成反应，生成硫酸氢酯。不对称烯烃与硫酸的加成反应，遵守马氏规则。

硫酸氢酯和水一起加热，则水解为相应的醇。对于某些不易直接与水加成的烯烃，则可通过与硫酸加成后再水解而得到醇。

烯烃加水或加硫酸反应都是工业上由石油裂化气中低级烯烃制备低级醇的重要方法，前者称为醇的直接水合法，后者则称醇的间接水合法。

⑥ 加次卤酸 乙烯与次卤酸

(X₂-H₂O) 加成得到卤乙醇。

不对称烯烃与次卤酸的加成同样遵守马氏规则。

(2) 聚合反应 (加聚反应)

在引发剂或催化剂的作用下, 乙烯可以自相加成, 生成高分子化合物。

乙烯通过 π 键断裂而相互加成, 所以这种聚合反应又叫做加成聚合反应, 简称加聚反应。

用齐格勒-纳塔 (Ziegler-Natta) 催化剂, 低压下乙烯可聚合成低压聚乙烯。

聚乙烯无毒, 化学性质稳定, 耐低温, 并有绝缘和防辐射性能, 易于加工, 可制成食品袋、塑料等生活用品, 在工业上可制电线、电工部件的绝缘材料, 防辐射保护衣等。

聚合反应中, 参加反应的低分子量化合物叫做单体, 反应生成的高分子化合物叫做聚合物, 构成聚合物的重复结构单位叫做链节 (聚乙烯的链节为 $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$), n 叫做聚合度。

(3) 氧化反应

烯烃中的 $\text{C}=\text{C}$ 键易被氧化, 且随氧化剂和反应条件的不同, 氧化产物也不同。氧化反应发生时, 首先是碳碳双键中的 π 键断裂; 当反应条件剧烈时, σ 键也可断裂。

① 与氧的反应

与甲烷一样, 乙烯也能在空气中完全燃烧生成二氧化碳和水, 火焰明亮, 同时放出大量的热。

在催化剂存在下, 烯烃中的 $\text{C}=\text{C}$ 键也可被空气氧化。

乙烯的催化氧化是工业上制取环氧乙烷和乙醛的主要方法。

② 与高锰酸钾的反应

在稀、冷、中性或稀、冷、碱性的较温和条件下, 生成邻二醇。

在浓或加热或酸性的较强烈的条件下, 烯烃中的 $\text{C}=\text{C}$ 键完全断裂生成羧酸或酮:

③ 与臭氧的反应

在低温时, 将含有臭氧 (6~8%) 的氧气通入液态烯烃或烯烃的四氯化碳溶液, 臭氧迅速而定量地与烯烃作用, 生成糊状臭氧化物, 称为臭氧化反应。

(4) α -H 的反应

二、烯烃

烯烃同系列中的各同系物之间依次相差一个 CH_2 原子团, 烯烃的通式为 C_nH_{2n} ($n \geq 2$)。

1、烯烃的性质

烯烃的物理性质一般也随碳原子数目的增加而有规律地变化。在常温下，C₂~C₄的烯烃为气体，C₅~C₁₆的为液体，C₁₇以上为固体。沸点、熔点、比重都随分子量的增加而上升，比重都小于1，都是无色物质，溶于有机溶剂，不溶于水。

烯烃的化学性质与乙烯相似。

2、烯烃的同分异构现象

烯烃分子中存在可以自由旋转的单键和不能旋转的碳碳双键，存在多种异构。

(1) 碳链异构 分子式相同，但分子中碳原子相互连接的顺序不同而产生的异构现象。

(2) 位置异构 分子组成相同，但分子中的碳碳双键在碳架上的位置不同而产生的异构现象。

(3) 顺反异构 双键两侧的基团在空间的位置不同引起的异构现象。

产生顺反异构的条件：

- ① 分子中具有双键 (C=C、C=N、N=N) 或环状 (脂环) 结构等阻碍键自由旋转的因素。
- ② 含双键的分子中，双键两端任意一个碳原子必须连接两个不同基团。两个相同的原子 (-H) 或基团 (-CH₃) 处在双键同侧的叫做顺式、处在双键两侧的叫做反式。

3、烯烃的命名

(1) 烯烃系统命名法

烯烃系统命名法，要点是：

- ① 选择含碳碳双键在内的最长碳链作为主链，根据主链上碳原子数目称为“某烯”。
- ② 从靠近双键的一端进行编号，以较小数字表示双键的位次，写在名称之前。
- ③ 其它原则同烷烃的命名。

(2) 几个重要的烯基

当烯烃分子中去掉一个氢原子后，剩余的基团称为烯基。

(3) 顺反异构体的命名

A、顺反命名法

在系统名称前加“顺”或“反”字。

B、Z/E 命名法

当两个双键碳上连接了四个不同的原子或基团时，IUPAC 规定，用 Z/E 命名法来命名顺反异构体。

一个化合物的构型是 Z 型还是 E 型，要由“顺序规则”来决定。两个优先原子或基团在双键同侧的为 Z 型，异侧的为 E 型。Z、E 写在括号里，放在化合物名称之前。

顺序规则要点：

- ① 按原子序数的大小排列，原子序数大者为优先基团，排在序列的前面，孤电子对位于最后。
- ② 如果直接相连的第一个原子相同时，再按原子序数由大到小逐个比较其次相连的原子，并依次类推。
- ③ 当基团中有双键或三键时，每一双键或三键当作连着两个或三个相同的基团。

Z/E 命名法普遍适用于所有顺/反构型的命名。但二者之间没有必然的关系。

三、二烯烃

1. 二烯烃及分类

分子中含有两个碳碳双键的不饱和烃称为二烯烃。通式为 C_nH_{2n-2} 。

根据两个双键的相对位置可把二烯烃分为三类：

- (1) 累积二烯烃 两个双键与同一个碳原子相连，分子中含有 $C=C=C$ 结构。
- (2) 共轭二烯烃 两个双键被一个碳碳单键隔开，分子中含有 $C=C-C=C$ 结构。
- (3) 隔离二烯烃 两个双键被两个或两个以上碳碳单键隔开，分子中含有 $C=C-(CH_2)_n-C=C$ 结构。

2. 1,3-丁二烯的分子结构

1,3-丁二烯是一个平面型分子。每个碳原子上有一个未参与杂化的 p 轨道，其对称轴均垂直于上述平面，这些 p 轨道并不局限在 C1—C2 间、C3—C4 间重叠形成 π 键，在 C2—C3 间也有部分双键性质。这种在多个原子间形成的 π 键称为离域 π 键，亦称大 π 键。发生电子离域的结构体系系统称为共轭体系。

3. 共轭二烯烃的反应

(1) 1,4-加成反应

与烯烃相似，共轭二烯烃可以和卤素、卤化氢等发生亲电加成反应，也可以催化加两种加成产物的比例取决于反应物结构、溶剂极性、产物稳定性及反应温度等诸多因素。

(2) 双烯合成——狄尔斯-阿尔德 (Diels-Alder) 反应

共轭二烯烃和某些具有碳碳双键、三键的不饱和化合物进行 1,4-加成,生成含六元环化合物的反应称为双烯合成反应,也叫狄尔斯-阿尔德(Diels-Alder)反应。该反应是合成六元环状化合物的重要反应。这是共轭二烯烃特有的反应,它将链状化合物转变为环状化合物,因此又叫环合反应。

一般把进行双烯合成的共轭二烯烃称为双烯体,与双烯体发生反应的不饱和化合物称为亲双烯体。当亲双烯体的双键碳原子上连有吸电子基团(如-CHO、-COOH、-COCH₃、-CN、-NO₂)时,反应易进行。

共轭二烯烃与顺丁烯二酸酐的加成不仅定量进行,而且产物为固体,具有固定的熔点,加热后又可分解为原来的二烯烃,所以可用于共轭二烯烃的鉴定与分离。

(3) 聚合反应

共轭二烯烃在聚合时,既可发生 1,2-加成聚合,又可发生 1,4-加成聚合。如 1,3-丁二烯按 1,4-加成方式进行顺式聚合,产物称为顺丁橡胶。

1,4-加成聚合,是制备橡胶的基本反应。

合成橡胶:以不同的二烯烃为原料,利用不同的反应,选择不同的反应条件和催化剂,控制加成反应的方式,得到不同的高聚物——合成橡胶。

(1) 顺丁橡胶

(2) 异戊橡胶

(3) 氯丁橡胶

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	乙炔及炔烃的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1. 了解乙炔的物理性质和分子结构。 2. 掌握乙炔化学性质。 3. 掌握炔烃的命名和化学性质。		
教学重点	炔烃的命名与化学性质		
教学难点	炔烃的化学性质		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	1、乙炔 45min 乙炔的物理性质 10min 乙炔的化学性质 35min 2、炔烃 45min		
思考题	P53 思考与习题 任务三		
作 业	P53 第 2、3 题 P54 第 6 题		
教学后记	初步了解学生的学习基础，根据学生课堂表现及时调整课程的进度和难度，让学生感到学好这门课程并不是高不可攀的事情。		

教学内容

一、乙炔

炔烃分子中含有碳碳叁键 $C\equiv C$ 。乙炔是最简单的炔烃。

1. 物理性质

乙炔俗名电石气，纯净的乙炔是无色、无臭气体，密度 1.16g/L （标况），比空气稍轻，微溶于水，易溶于酒精、丙酮、苯、乙醚等有机溶剂。

2. 炔烃的分子结构

乙炔的分子式为 C_2H_2 ，构造简式 $HC\equiv CH$ ，含有一个碳 $C\equiv C$ 键。乙炔分子为直线型分子。每个碳原子中还有未参与杂化的 2 个 p 轨道，分别两两重叠形成 2 个互相垂直的 π 键。

3. 乙炔的化学性质和用途

乙炔分子中含有 $C\equiv C$ 叁键，和烯烃一样可发生加成反应和氧化反应。除此之外炔烃分子中叁键碳上连接的氢具有微弱的酸性，可以成盐和烷基化反应。

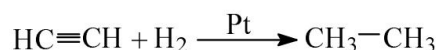
（1）微弱酸性 乙炔中的碳为 sp 杂化，轨道中 s 成分较大，核对电子的束缚能力强，电子云靠近碳原子，使乙炔分子中的 $C-H$ 键极性增加。



与无机酸的酸性相比，乙炔的酸性比水还弱，没酸味，不能使石蕊试纸变红。为了与无机酸区别，叫称之为碳素酸。

（2）加成反应

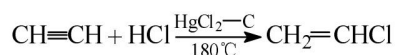
①加氢 在镍、铂、钯等催化剂存在下，乙炔氢化一般得到烷烃，很难得到烯烃。



若用活性较低的林德拉（Lindlar）催化剂可使反应停留在烯烃的阶段。

②加卤素 乙炔容易与氯或溴发生加成反应。炔烃可使溴水褪色，可用于 $C\equiv C$ 键的检验。

③加卤代氢 在有催化剂存在条件下加热，乙炔能与氯化氢加成反应生成氯乙烯。

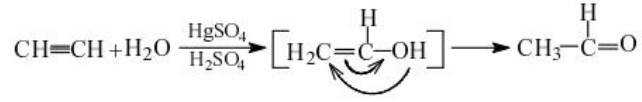


氯乙烯聚合可得聚氯乙烯，聚氯乙烯可制成塑料。

不对称炔烃与卤代氢加成遵守马氏规则，得到卤代烯烃或卤代烷。

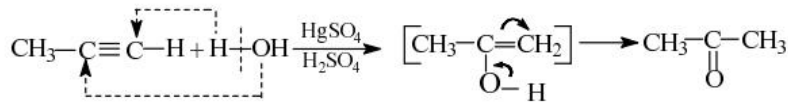
但在过氧化物存在下将违反马氏规则。

④加水 在硫酸及汞盐的催化下，乙炔与水加成，首先生成不稳定的烯醇，烯醇经



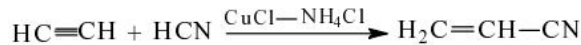
分子内重排，转变成乙醛。

不对称炔烃与水加成也遵守马氏规则，产物为酮。

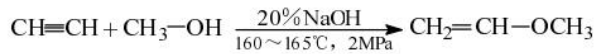


⑤乙烯基化反应

乙炔与 HCN、CH₃OH、CH₃COOH 的加成。



丙烯腈



甲基乙烯基醚

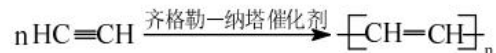
乙炔与 HCN、醇、羧酸反应后的产物都含有乙烯基，所以称为乙烯基化反应。

(3) 聚合反应

乙炔的加成聚合反应是炔烃中最重要的聚合反应。在不同的催化剂下，产物也不一样。



乙烯基乙炔



(4) 氧化反应

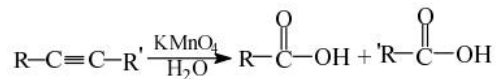
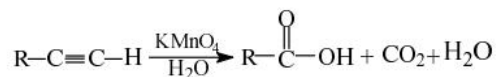
①燃烧。乙炔在氧气中的燃烧，生成二氧化碳和水，同时产生大量热。



氧炔焰可达 3000℃ 以上的高温，广泛用作切割和焊接金属。

②被高锰酸钾氧化。炔烃易被高锰酸钾氧化，碳-碳叁键完全断裂，反应现象类似烯烃与

高锰酸钾的反应。不同结构的炔烃，氧化产物不同。

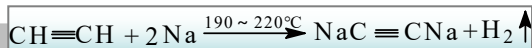


根据氧化产物可推测炔烃的结构。

(5) 炔氢原子的反应

与三键碳原子直接相连的氢原子叫做炔氢原子。

① 与钠或氨基钠反应



炔化钠性质活泼，在有机合成上用来与卤代烃反应作为增长碳链的方法之一。

② 与硝酸银或氯化亚铜的氨溶液反应



常用来鉴别乙炔及具有 $\text{R}-\text{C}\equiv\text{CH}$ 型结构的炔烃。

二、炔烃

1. 炔烃的物理性质

(1) 状态：通常情况下， $\text{C}_2 \sim \text{C}_4$ 的炔烃是气体， $\text{C}_5 \sim \text{C}_{17}$ 的炔烃是液体，

C_{18} 以上的炔烃是固体。

(2) 熔沸点：随碳原子数目的增加而升高。

(3) 相对密度：小于 1。

相同碳原子数的烃的相对密度为炔烃 > 烯烃 > 烷烃。一般比相应的烷烃、烯烃略高。

(4) 溶解性：

炔烃难溶于水，易溶于乙醚、石油醚、丙酮、苯和四氯化碳等有机溶剂。

炔烃的化学性质：与乙炔相似。

3. 炔烃的同分异构

4. 炔烃的命名：炔烃的命名法和烯烃相似，只将“烯”字改为“炔”字。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	环己烷及脂环烃的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1. 了解环己烷的物理性质和分子结构 2. 掌握环己烷化学性质。 3. 掌握环烷烃的命名和化学性质。		
教学重点	环烷烃的命名与化学性质		
教学难点	环烷烃的化学性质		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	1、环己烷的物理性质和分子结构 5min 2、环己烷的化学性质 15min 3、脂环烃的分类和命名 25min 4、环烷烃的性质 40min		
思考题	P53 思考与习题 任务四		
作 业	P54 第 1、2 题 P55 第 6 题		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		

教学内容

一、环己烷

1. 物理性质

有汽油气味的无色流动性液体，沸点 80.8℃，易挥发，不溶于水，可与乙醇、乙醚、丙酮、苯等多种有机溶剂混溶。在甲醇中的溶解度为 100 份甲醇可溶解 57 份环己烷（25℃）。

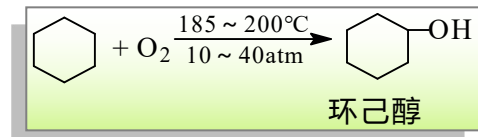
易燃烧，蒸气与空气形成爆炸性混合物，爆炸极限 1.3~8.3%（体积）。

2. 化学性质

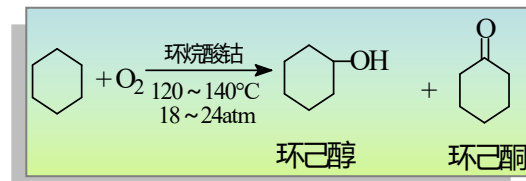
(1) 氧化反应

在不同的条件下环己烷氧化反应所得的主要产物不同。

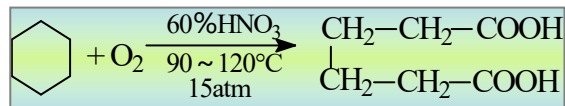
▲在 185~200℃，10~40 大气压下，用空气氧化时，得到 90% 的环己醇。



▲若用脂肪酸的钴盐或锰盐作催化剂在 120~140℃、18~24 大气压下，用空气氧化，则得到环己醇和环己酮的混合物。



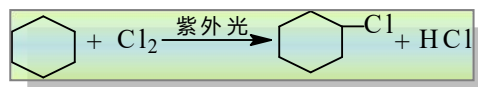
▲高温下用空气、浓硝酸或二氧化氮直接氧化环己烷得到己二酸。



▲在钨、钼、铬、锰的氧化物存在下，进行气相氧化则得到顺丁烯二酸。

(2) 卤代反应

在日光或紫外光照射下与卤素作用生成卤化物。



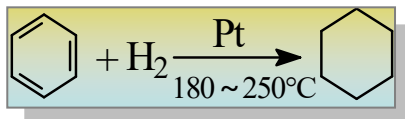
用途：

环己烷是重要的化工原料，主要用于合成尼龙纤维。

也是大量使用的工业溶剂，常用于塑料工业中，溶解导线涂层的树脂 †

还用作油漆得脱漆剂、精油萃取剂等。工业上以苯为原料，通过催化加氢制取环己烷。

制法：工业上以苯为原料，通过催化加氢制取环己烷。



二、脂环烃

(一) 脂环烃的分类

1. 根据脂环烃的不饱和程度分为：饱和脂环烃和不饱和脂环烃
2. 按照分子中所含碳环的数目分为：单环脂环烃和多环脂环烃

(二) 环烷烃的命名

环烷烃的命名与烷烃相似

- ▲根据成环碳原子数称为“某”烷；
- ▲在某烷前面冠以“环”字称环某烷。

(三) 环烷烃的性质

1. 物理性质 与烷烃相似

在常温下，小环环烷烃是气体，普通环烷烃是液体，大环环烷烃呈固态。

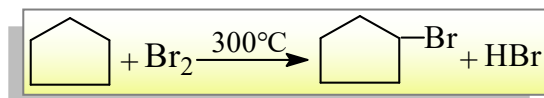
- 环烷烃和烷烃都不溶于水。
- 环烷烃的沸点、熔点和比重都比同碳数烷烃高。

由于环烷烃分子中单键旋转受到一定的限制，分子运动幅度较小，具有一定的对称性和刚性。环烷烃的沸点、熔点和相对密度都较含同数碳原子的开链脂肪烃为高。

2. 化学性质

与环的大小有关。小环（三、四元环）不稳定，五元环以上的环烷烃比较稳定

(1) 卤代反应

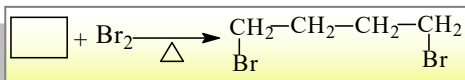
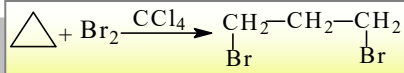


(2) 加成反应

- ① 催化加氢：环丙烷>环丁烷>环戊烷

环己烷不能发生加氢反应。

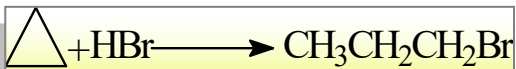
- ② 加卤素



环戊烷和环己烷则不能与溴发生加成反应。

③加卤化氢

环丙烷在常温下也能与溴化氢发生加成反应。



环的断键位置通常发生在 ◆含氢较多与含氢较少的成环碳原子之间；

◆并且遵守马氏规则。

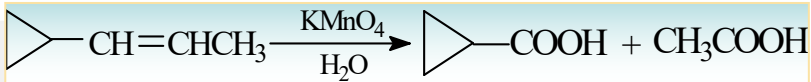
(3) 氧化反应

论是小环或大环环烷烃的氧化反应都与烷烃相似

▲在通常条件下不易发生氧化反应

▲在室温下不与高锰酸钾水溶液反应。

但若环的支链上有不饱和键时：



课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	苯及芳香烃的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> 1.了解苯的物理性质和分子结构。 2.掌握苯的化学性质。 3.掌握芳香烃的分类与命名 4.掌握苯环上取代基的定位规律，并会实际运用 		
教学重点	苯的化学性质、苯的亲电取代反应定位规律、芳香烃的命名		
教学难点	苯的亲电取代反应定位规律、芳香烃的命名		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	<ol style="list-style-type: none"> 1. 苯的物理性质和分子结构 2. 苯的化学性质 3. 苯环上氢电取代的定位效应 4. 芳香烃 		
思 考 题	P55 思考与练习 任务五		
作 业	预习学习情境五 用思维导图总结学习情境四的知识点		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		

教学内容

一、苯

苯是芳香烃中最简单而且是最重要的化合物。是一种重要的化工原料，可用于生产合成纤维、合成橡胶、塑料、农药、医药、染料、香料、树脂等。同时也是常用的有机溶剂和钢铁热处理的渗碳剂。

1. 物理性质

在常温下苯是一种无色、有芳香气味、易挥发的透明液体，有毒。

苯的沸点为 80.1°C ，熔点为 5.5°C ；

密度为 0.88g/mL ，但其分子质量比水重。

苯难溶于水，易溶于乙醚、乙醇等有机溶剂中。

苯是一种良好的有机溶剂，溶解有机分子和一些非极性的无机分子的能力很强。

2. 苯的分子结构

▲ sp^2 杂化。

▲ 共平面，键角 120° 。

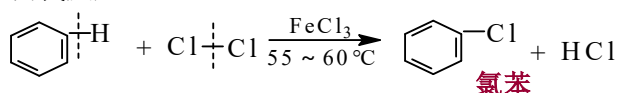
▲ 闭合的大 π 键，键长发生平均化

3. 苯的化学性质和用途

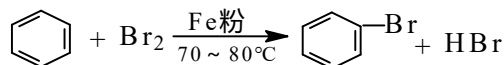
(1) 取代反应

卤代、硝化、磺化、烷基化、酰基化反应。

① 卤代反应



氯苯是一种无色液体，不溶于水，但溶于某些有机溶剂。它是合成染料、制造药物和农药的原料。



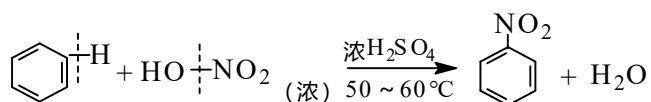
溴苯无色油状液体，不溶于水，溶于苯、醇、醚、氯苯等有机溶剂。是精细化工品的原料，也是制备农药的基本原料等。

卤代反应特点： F_2 太激烈、 I_2 太慢 F 和 I 的引入常采用其它方法。

苯环上的卤代在合成上的重要性：是芳环引入卤素 (Cl 、 Br) 的主要方法之一

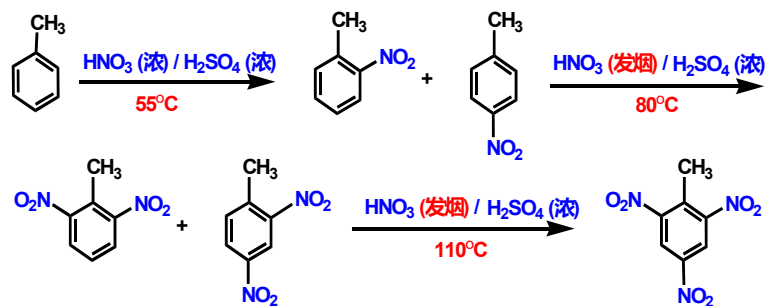
$\text{Ar}-\text{X}$ 是合成其它类型的化合物的重要中间体，

② 硝化反应

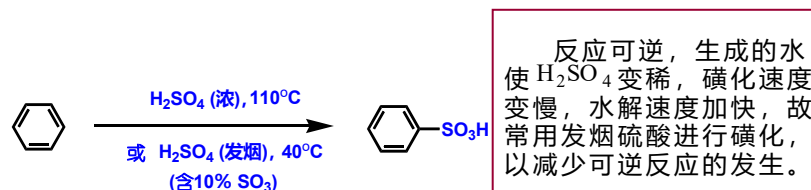


硝基苯 (98%) 浅黄色液体, 很毒, 能与血液中的血红蛋白作用。

硝化反应在合成上的重要性: 制备硝基苯类化合物 (炸药)

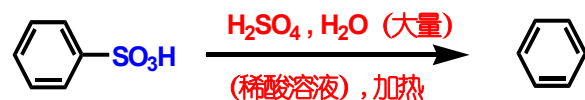


③ 磺化反应



应用一: 苯磺酸可溶解在硫酸中, 可利用这一性质将芳烃从混合物中分离出来。

应用二: 磺化反应是可逆的, 在有机合成时可通过磺化反应保护苯环上的某一位置, 待进一步发生某一反应后, 再通过稀硫酸或盐酸将磺酸基除去, 即可得到所需的化合物。



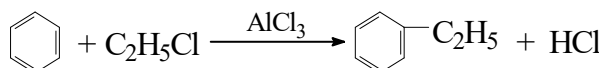
④ 烷基化和酰基化反应 (Friedel-Crafts 反应,)

付瑞德-克拉夫茨反应 (Friedel-Crafts 反应) 简称付氏反应

◆ 在催化剂作用下, 与烷基化剂或酰基化剂反应, 苯环上的氢原子被烷基或酰基取代。 ◆

无水三氯化铝是付氏反应最常用的催化剂。

A 付氏烷基化: 苯与烷基化试剂在路易斯酸的催化下生成烷基苯。

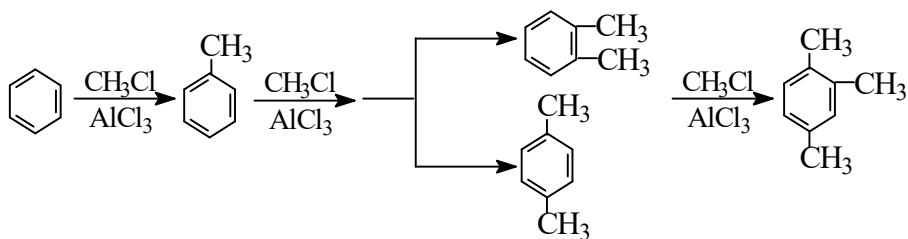


烷基化试剂: 除 RX 外, 还有烯烃和醇。

催化剂: 除无水 AlCl₃ 外, 还有 FeCl₃、BF₃、无水 HF 等。

关于付氏烷基化反应需注意以下几点:

(a) 反应不易停留在一元取代物阶段，常有多烷基苯生成。

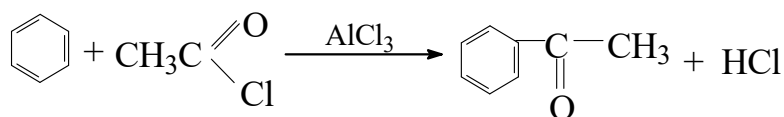


(b) 当烷基化剂中的碳原子数不小于 3 时，直链烷基常常发生异构化。

(c) 苯环上连有强吸电子基（如—NO₂、—SO₃H 等）的芳环不发生烷基化反应。

(d) 含有—NH₂、—NHR、—NR₂ 等基团的芳环不发生烷基化反应（上述基团可与催化剂反应）。

B 付氏酰基化：芳烃在无水 AlCl₃ 催化下可同酰卤或酸酐反应，生成芳酮。



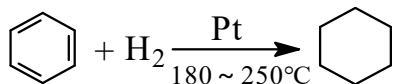
◆和付氏烷基化反应一样，苯环上连有强吸电子基及—NH₂、—NHR、—NR₂ 等基团的芳环不能发生付氏酰基化反应。

◆但酰化反应可以停留在一阶取代阶段且不发生重排。

(2) 加成反应

苯不易进行加成反应。

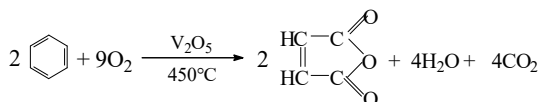
如用铂作催化剂，在较高温度下苯才能催化加氢生成环己烷。



(3) 氧化反应

●在加热的条件下：苯不被高锰酸钾、重铬酸钾等强氧化剂氧化。

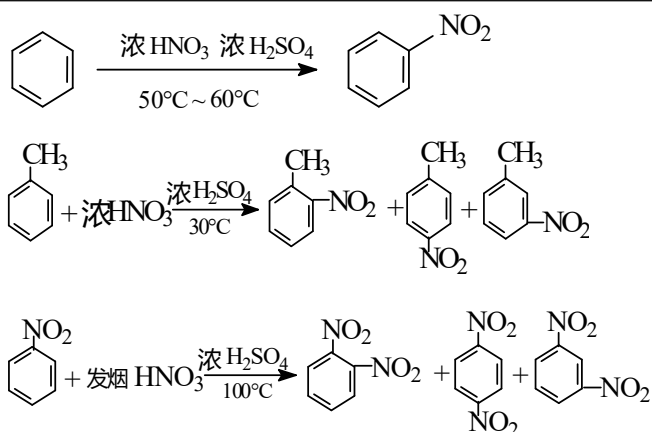
●在较高温度及五氧化二钒催化下：苯可被空气中的氧氧化开环生成顺-丁烯二酸酐。



●当苯环上有侧链时：

如烷基苯中的 α-氢原子受苯环的影响比较活泼，可被高锰酸钾或重铬酸钾等氧化剂氧化。

二、苯环上亲电取代反应的定位规律（定位效应）



1. 两类定位基及一元取代苯的定位规律

邻、对位定位基（第一类定位基）

→使苯环活化，即第二个基团的进入一般比苯容易。

→使新进入的基团主要进入其邻位和对位。

间位定位基：（第二类定位基）

使苯环钝化，同时使新进入的基团进到它的间位。

间位定位基（由强到弱的顺序是）

-NO₂、-CN、-SO₃H、-CHO、-COR、-COOH

2. 二取代苯的取代反应定位规律

(1)两个取代基定位方向一致：新基团可以顺利进入两个定位基一致指向的位置。

(2)两个取代基定位作用不一致

①两个取代基为同类时，定位效应受致活能力强的基团控制

②两个取代基不同类时，定位效应受邻对位定位基控制，但主产物在间位定位基的邻位而不是对位。

3. 定位规律的应用

(1) 预测反应的主产物

(2) 指导选择合成路线

三、芳香烃

芳香烃简称芳烃，是指分子中含有苯环结构的碳氢化合物。

1. 分类：苯系芳烃（单环芳烃、多环芳烃和稠环芳烃）和非苯系芳烃

2. 单环芳烃的异构及命名

(1) 侧链构造异构

(2) 侧链在苯环上的位置异构

3. 单环芳烃的命名

(1) 芳基

芳香烃去掉一个氢原子而形成的基团称为芳基，简写为 Ar-。苯去掉一个氢原子而形成的原子团称为苯基，简写为 Ph-。

(2) 一元取代苯的命名

①当苯环上连有烷基、卤素原子、硝基时，以苯环为母体命名“某基苯”

②当苯环上连有-COOH, -SO₃H, -NH₂, -OH, -CHO, -CH=CH₂ 或 R 较复杂时，苯环作为取代基命名为“苯某某”

(3) 二元取代苯的命名

①当苯环上连接有两个相同烷基时，用阿拉伯数字标明烷基的位次；还用“邻、间、对”表示两个取代基的相对位置。

②当苯环上连接有两个不同的烷基时，烷基名称的排列应从简单到复杂，环上编号从简单取代基开始，沿其它取代基位次尽可能小的方向编号。

(4) 多元取代苯的命名

①当苯环上连接有三个相同烷基时

取代基的位置用连、偏、均或阿拉伯数字表示

②苯环上有多个不同取代基时，选定一个取代基作母体基来命名。编号时母体基所连的碳一定编为“1”。母体选取原则：优先次序

4. 单环芳烃的性质 与苯性质相似

●一般为无色透明且有特殊气味的液体，相对密度小于 1，不溶于水而溶于有机溶剂。苯和甲苯都具有一定的毒性。

●都能燃烧并产生带浓烟的火焰；在苯环上都不易发生加成反应和氧化反应，而容易发生取代反应。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	氯乙烷及卤代烃的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1.了解氯乙烷的结构特点。 2.掌握卤代烃的化学通性。 3.掌握卤代烃的命名。		
教学重点	卤代烃的命名和化学性质		
教学难点	卤代烃的化学性质		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	1. 烃的衍生物概述 5min 2. 氯乙烷的物理性质及分子结构 15min 3. 卤代烃的分类与命名 25min 4. 卤代烃的性质 45min		
思 考 题	P128 思考与练习 任务一		
作 业	P62 练一练 预习任务二		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		

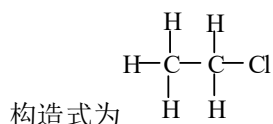
教学内容

一、烃的衍生物概述

1.定义：烃分子中的氢原子被其它原子或原子团取代而生成的化合物。

2.分类：常见有卤代烃、醇、酚、醛、酮、羧酸、酯等。

二、氯乙烷



构造简式为 $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ 。

1. 物理性质

在常温常压下，氯乙烷为气体，低温或压缩时为无色低粘度易挥发液体，具有类似醚的气味。与乙醚混溶，溶于乙醇，微溶于水，沸点 12.2°C 。工业上用作冷却剂，在有机合成上用以进行乙基化反应。医药上用作小型外科手术的局部麻醉剂。农药上用作杀虫剂。

2. 化学性质和用途

(1) 由于氯乙烷分子中的 $\text{C}-\text{Cl}$ 键容易发生断裂， Cl 原子可以被多种原子或原子团取代，发生取代反应。

(2) 消去反应 氯乙烷与氢氧化钠醇溶液共热，脱去氯化氢而生成乙烯。

▲应用

◎工业上用作冷却剂；

◎医药上用作小型外科手术的局部麻醉剂：将氯乙烷喷洒在要施行手术的部位，因氯乙烷沸点低，很快蒸发，吸收热量，温度急剧下降，局部暂时失去知觉。

◎农药上用作杀虫剂。

三、卤代烃的分类与命名

1. 分类：

(1) 按烃基的结构分类：饱和卤代烃、不饱和卤代烃、芳香卤代烃

(2) 按卤原子数目分类：一卤代烃、二卤代烃、多卤代烃

(3) 按卤素连接的碳原子分类：伯卤代烃、仲卤代烃、叔卤代烃

(4) 按卤素原子种类分为：氟代烃、氯代烃、溴代烃、碘代烃

2. 命名

习惯命名法：根据卤原子所连的烃基，“卤代某烃”或“某基卤”。

系统命名法：规则：卤素原子作为取代基，母体为烷烃。

(1)饱和卤代烃的命名

①以相应烃为母体，将卤原子或其他支链作为取代基，以含有卤原子的最长碳链作为主链，根据主链碳原子数称为“某烷”。

②如主链上无支链，则靠近卤原子一端编号。

③如主链上连有两个和两个以上卤原子，从靠近卤原子最近的一端开始编号。

④如果分子中连有不同取代基（卤原子和支链），从靠近取代基最近的一端开始编号。

⑤如卤原子和支链作为取代基离碳链末端等距离时，编号由原子序数由小到大编号。

⑥命名时，在将取代基的名称和位次按“顺序规则”，小的基团先列出，较优基团后列出，依次写在主链名称之前，列出卤原子和支链等取代基的位次、数目和名称。

(2)不饱和卤代烃的命名

①选择包含卤原子和不饱和键在内的最长碳链为主链。

②从靠近不饱和键的一端开始编号。

③命名时，以烯烃为母体，卤原子为取代基。

(3)芳香族卤代烃的命名

①苯环直接连有卤原子时，以芳烃为母体，卤原子为取代基，用“邻、间、对”或阿拉伯数字表示取代基的位次。

②苯环上侧链连有卤原子时，以烷烃为母体，卤原子和芳基作为取代基。有的多卤代烃有其俗名，如 CHCl_3 （氯仿）、 CHI_3 （碘仿）等。

3.同分异构现象

卤代烃的同分异构体数目比相应的烷烃的异构体要多，例如，一卤代烃除了碳链异构外，还有卤原子的位置异构，也会引起同分异构现象。

四、卤代烃的性质

1. 卤代烃的物理性质

状态：除一氯甲烷、氯乙烷、氯乙烯等少数为气态，其余为液态或固态。

沸点：

★互为同系物的卤代烃，沸点随碳原子数的增多而升高。

★在烃基相同的卤代烷中，沸点变化规律是



★在脂卤烃的异构体中，与烷烃相似，支链愈多的卤代烃沸点愈低。

密度：一般液态卤代烃比水大（除一氟代物、一氯代物等部分卤代烃）。卤代烃的密度一般随着烃基中碳原子数的增加而减小。

溶解性：不溶于水，能溶于乙醚、苯、环己烷等有机溶剂。

2. 卤代烃的化学性质

卤代烃的化学反应主要发生在官能团卤原子以及受卤原子影响而比较活泼的β-氢原子上。

卤代烃的化学性质主要表现在 C—X 键的断裂反应。

卤代烃的反应活性顺序为： $R-I > R-Br > R-Cl > R-F$

(1) 取代反应

C—X 键之间的共有电子对偏向于卤素原子，使碳原子带部分正电荷而易受亲核试剂的进攻而发生亲核取代反应。

亲核取代反应：由亲核试剂进攻而引起的取代反应。

常见亲核试剂： H_2O ， NH_3 ， OH^- ， RO^- ， CN^- 等

(1) 水解反应（-X 被-OH 取代）

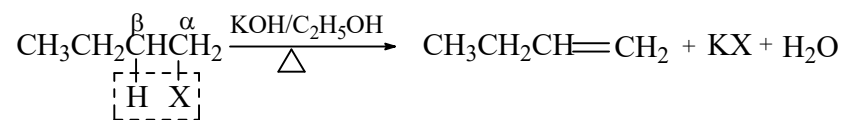
(2) 醇解反应（-X 被-OR' 取代）

(3) 氰解反应（-X 被-CN 取代）

(4) 氨解反应（-X 被-NH₂ 取代）

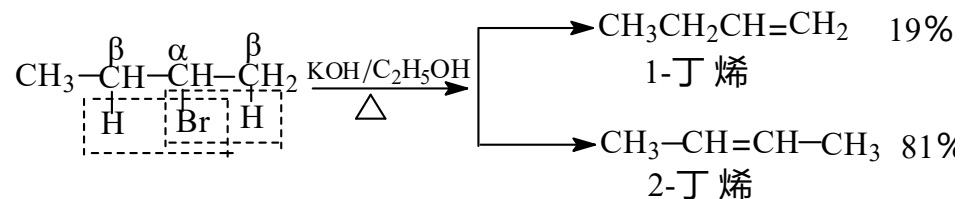
(5) 与 AgNO₃ 醇溶液的反应

(2) 消出反应



卤代烃的脱卤化氢消除反应是分子中引入 C=C 的方法之一。

仲卤代烷和叔卤代烷分子中因含有不同的β-氢原子，可以得到不同的烯烃。



※仲卤代烷和叔卤代烷脱 HX 时，主要从含氢较少的β-碳原子上脱去氢原子，这一经验称为

扎依采夫规则 (Saytzeff)。

卤代烃发生消除反应的活性顺序为：叔卤代烷>仲卤代烷>伯卤代烷

水解反应与消除反应的竞争：取决于卤化烃的结构和反应条件

碱的水溶液有利于取代，而碱的醇溶液有利于消除；

伯卤代烃易发生取代，而叔卤代烃则容易发生消除。

(3) 与金属镁反应——格氏试剂的生成

各种卤代烃（包括乙烯型卤代烃）都可制备格氏试剂。



说明：

①不同卤代烃的反应速率不同，其反应活性顺序为：R-I > R-Br > RCl

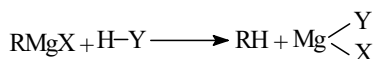
但碘烷太贵，氯烷活性最小，所以常用溴代烷来制备格氏试剂。

②卤代烷与镁作用生成格氏试剂，该产物不需分离即可直接用于有机合成反应。

③许多含活泼氢的化合物，例如：水、醇、HX、NH₃ 及 1-炔烃等都可以和格氏试剂反应，生成烷烃。

所以，制备和使用格氏试剂时，仪器必须干燥，并用无水乙醚或四氢呋喃作溶剂。

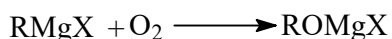
在格氏试剂中，C-Mg 键是极性很强的共价键，所以性质非常活泼，能被许多含活泼氢的物质分解为烃。



上述反应是定量进行的，可用于有机分析中测定化合物所含活泼氢的数量目（叫做活泼氢测定法）。

保存：格氏试剂必须保存在绝对乙醚中，一般在使用时临时制备直接用于合成反应。

RMgX 在空气中也能慢慢吸收氧气而变质：



课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	乙醇、苯酚、乙醚及醇酚醚的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1.了解乙醇、苯酚、乙醚的结构特点。 2.掌握醇酚醚的化学通性。 3.掌握醇酚醚的命名。		
教学重点	醇酚醚的结构与化学性质、醇酚醚的命名		
教学难点	醇酚醚的化学性质		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	1、乙醇的物理性质及分子结构 10min 2、醇的分类与命名 10min 3、醇的性质 10min 4、苯酚的物理性质及分子结构 10min 5、苯酚的化学性质 10min 6、酚的分类与命名 10min 7、乙醚的物理性质及分子结构 10min 8、乙醚的化学性质 10min 9、醚的分类与命名 10min		
思考题	P130 思考与练习 任务二		
作 业	P68 P73 练一练，预习任务三		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		

教学内容

烃的含氧衍生物：三类物质中最常见的是乙醇、苯酚和乙醚。

在醇和酚的分子中，

羟基（—OH）与脂肪族烃基或芳烃侧链相连的叫醇；

羟基（—OH）与苯环直接相连的叫酚。

醚分子中，氧原子与两个烃基相连。

一、乙醇与醇

1、乙醇

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 或 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

O 的电子构型为 $1s^2 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^1$ ，在水与醇中均为 sp^3 杂化

▲无色、透明并具有特殊香味的液体；

▲易燃，易挥发，沸点 78.5°C 。

▲密度比水小，能跟水以任意比互溶。

▲是一种重要的溶剂，能溶解多种有机物和无机物。

▲含乙醇约为 96%（质量分数）的酒精称为工业酒精，含乙醇 99.5%以上的酒精称为无水乙醇。

▲工业酒精和医药酒精中含有少量甲醇，有毒，不能掺水饮用。

2.醇的分类

根据羟基所连烃基不同分类

根据羟基所连碳原子的类型分类

根据羟基的数目分类

3. 醇的命名

(1)习惯命名法 某烷基醇

(2)系统命名法

有羟基的最长碳链为主链，把支链作为取代基，从离羟基较近的一端开始依次给主链碳原子编号。按主链所含碳原子数目称为“某醇”，羟基的位次写在醇的名称之前。

既含连有羟基的碳原子，又含双键或叁键碳原子在内的最长碳链作为主链，主链的碳原子编号使羟基的位次最小。

含有尽可能多羟基的碳链作为主链，羟基的数目写在醇字的前面，并注明羟基的位次。

3、醇的性质：

(1) 物理性质

1) 状态：饱和一元醇中：十二个碳原子以下的醇为液体，多于十二个碳原子的醇为蜡状固体。

2) 气味：四个碳原子以下的醇具有香味，四到十一个碳原子的醇有不愉快的气味。

3) 沸点：

(1) 比相应的烷烃的沸点高 100~120℃（形成分子间氢键的原因），如乙烷的沸点为 -88.6℃，而乙醇的沸点为 78.3℃。

(2) 比分子量相近的烷烃的沸点高，如乙烷(分子量为 30)的沸点为 -88.6℃，甲醇(分子量 32)的沸点为 64.9℃。

(3) 含支链的醇比直链醇的沸点低，如正丁醇(117.3℃)、异丁醇(108.4℃)、叔丁醇(88.2℃)。

4) 溶解度：

甲、乙、丙醇与水以任意比混溶（与水形成氢键的原因）；

C4 以上则随着碳链的增长溶解度减小（烃基增大，其遮蔽作用增大，阻碍了醇羟基与水形成氢键）；

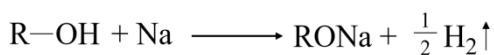
分子中羟基越多，在水中的溶解度越大，沸点越高。如乙二醇（bp=197℃）、丙三醇（bp=290℃）可与水混溶。

(2) 化学性质

醇的化学性质主要由羟基官能团所决定，同时也受

到烃基的一定影响，从化学键来看，反应的部位有：C—OH、O—H、和 C—H。

1) 与活泼金属的反应（O—H 键的断裂）

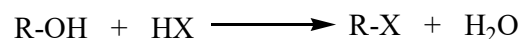


2) 羟基被卤原子取代的反应（C—O 键的断裂）

$\overset{\delta+}{\text{R}}-\overset{\delta-}{\text{O}}\text{H}$ $\overset{\delta+}{\text{R}}-\overset{\delta-}{\text{X}}$ 相似，都能进行亲核取代反应。

①与氢卤酸反应

醇与氢卤酸反应生成卤代烷和水。



不同类型氢卤酸的活性顺序：

$\text{HI} > \text{HBr} > \text{HCl}$, HF 通常不发生此反应。

不同结构醇的活性顺序:

烯丙式醇 > 叔醇 > 仲醇 > 伯醇 > CH_3OH 。

● 卢卡斯 (Lucas) 试剂: 无水 ZnCl_2 的浓盐酸溶液。

醇的活性比较:

$3^\circ\text{ROH} > 2^\circ\text{ROH} > 1^\circ\text{ROH} > \text{CH}_3\text{OH}$

※适用范围: 只适于鉴别含 6 个碳以下的伯、仲、叔醇。

② 与卤化磷反应

醇与 PCl_3 、 PCl_5 制卤代烃

醇与 SOCl_2 (亚硫酸氯) 反应, 可直接得到氯代烃。

3) 脱水反应

较高温度下发生分子内脱水生成烯烃; 较低温度下发生分子间脱水生成醚。

① 较高温度下, 发生分子内脱水生成烯烃。

Saytzeff 规则: 从邻近的含氢较少的碳原子上脱去氢原子。

② 较低温度下发生分子间脱水生成醚

由于仲醇, 特别是叔醇易发生分子内脱水生成烯烃

所以醇分子间脱水一般只适用于用伯醇来制备简单的醚。

4) 与无机含氧酸的反应

醇与含氧的无机酸作用, 都可生成无机酸酯。

① 与硝酸反应

② 与硫酸反应

5) 氧化和脱氢

① 氧化: 伯醇、仲醇分子中的 α -H 原子, 由于受羟基的影响易被氧化。

A、伯醇一般被氧化为醛、酸

B、仲醇一般被氧化为酮。脂环醇可继续氧化为二元酸。

C、叔醇: 没有 α -H, 在通常情况下不被氧化。

② 脱氢

在铜、银等金属催化剂作用下, 伯醇和仲醇可发生脱氢反应, 分别生成醛和酮。

1°ROH 脱氢得醛。

2oROH 脱氢得酮。

3oROH 不发生脱氢反应。

脱氢试剂: CuCrO_4 Pd Cu (orAg)

脱氢条件: 反应温度一般较高。

应用: 主要用于工业生产 (300 °C, 醇蒸气通过催化剂)

二、苯酚

苯酚是最简单也是最重要的酚。苯酚的化学式为 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$

1. 苯酚的结构

酚羟基的 O 原子为 sp^2 杂化状态。

氧原子上有两对未共用电子对。

其中的一对占据未参与杂化的 p 轨道, 与苯环上的大 π 键形成 p- π 共轭体系。

2. 物理性质

◆ 苯酚俗称石炭酸。熔点是 43°C 。

◆ 纯净的苯酚是无色的晶体, 具有特殊气味; 露置在空气里会因小部分发生氧化而显粉红色。

◆ 常温时, 苯酚在水里溶解度不大, 当温度高于 65°C 时, 能跟水以任意比互溶。

◆ 苯酚易溶于乙醇、乙醚等有机溶剂。

◆ 苯酚有毒, 其浓溶液对皮肤有强烈的腐蚀性, 使用时要小心。如果不慎沾到皮肤上, 应立即用酒精洗涤。

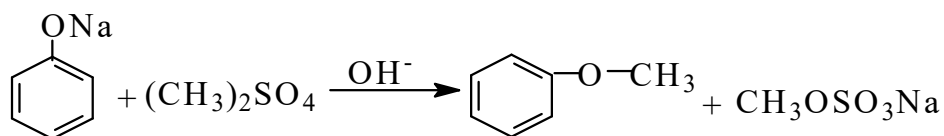
3. 苯酚的化学性质

(1) 苯酚的弱酸性

注: (1)酸性由强到弱顺序: 羧酸 > H_2CO_3 > 酚 > H_2O > 醇 (2)利用酚能溶解于 NaOH 溶液而不溶解于 NaHCO_3 溶液中的特性可鉴别和分离醇、酚和羧酸。

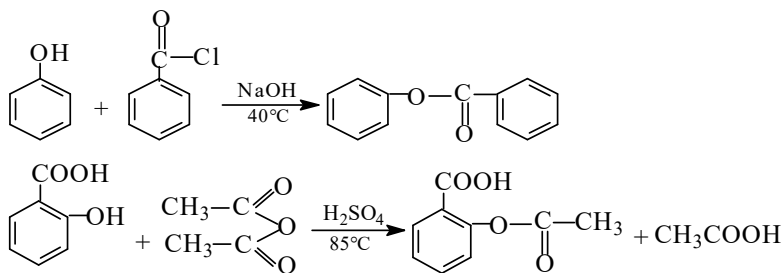
(2) 酚醚的生成

通常用酚钠与烷基化剂 (如碘甲烷、硫酸二甲酯等) 在弱碱溶液中作用制得。



(3) 酚酯的生成

酚直接与羧酸发生反应比较困难, 一般需用酸酐或酰卤作用。



(4) 氧化反应

酚类容易氧化，有些酚能渐渐被空气中的氧氧化，颜色逐渐变深，氧化产物很复杂，称之为自动氧化。

苯酚被氧化时，不仅羟基被氧化，羟基对位的碳氢键也被氧化，结果生成对苯醌。

◆多元酚更容易被氧化。

对苯二酚是常用的显影剂。

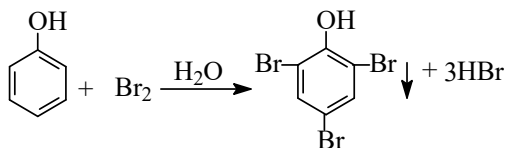
▲酚易被氧化的性质常用来作为抗氧化剂和除氧剂。如在食品、石油、橡胶和塑料工业中，加入少量的酚作抗氧化剂。

(5) 苯环上的取代反应

羟基是强的致活基团，所以酚环上很容易发生各种亲电取代反应。

① 卤代反应

苯酚的水溶液与溴水作用，立刻产生白色沉淀。



② 硝化

③ 磺化

④ 与三氧化铁的显色反应

4. 酚的分类和命名

酚：羟基直接连在芳环上的化合物。

通式：ArOH

(1) 分类：一元酚、二元酚、三元酚

(2) 命名

酚的命名规则：

一般是在酚字的前面加上芳环的名称作为母体，再加上其它取代基的名称和位次。

特殊情况下也可以按次序规则把羟基看作取代基来命名。

三、乙醚

乙醚的化学式 $C_4H_{10}O$

构造简式 $CH_3CH_2-O-CH_2CH_3$ 或 $CH_3CH_2OCH_2CH_3$

醚的官能团是醚键 ($-O-$)

1、乙醚分子结构

▲乙醚中的氧为 sp^3 杂化，其中两个杂化轨道分别与两个碳形成两个 σ 键，余下两个杂化轨道各被一对孤电子对占据，因此醚可以作为路易斯碱，接受质子形成烺盐。也可与水、醇等形成氢键。

▲醚分子结构为 V 字型（与水分子相似），分子中 C—O 键是极性键，故分子有极性。

2.物理性质

乙醚在常温下为易挥发的无色液体，沸点为 $34.5^\circ C$ ，凝固点 $-116.2^\circ C$ ，沸点 $34.5^\circ C$ 。极易挥发和着火，其蒸气可能引来远处的明火进而起火。

相对密度 0.7138 ($20 / 4^\circ C$)，比水轻，微溶于水，易溶于有机溶剂。

乙醚是一种用途非常广泛的有机溶剂，与空气隔绝时相当稳定。能溶解生物碱、染料、香料、油脂以及天然树脂、合成树脂、硝化树脂等，是常用的良好有机溶剂和萃取剂。

有麻醉作用，可作麻醉剂。大量吸入乙醚蒸气能使人失去知觉，甚至死亡。

乙醚由乙醇分子间脱水制得。制得的乙醚中混有少量的水和乙醇，在有机合成中需使用无水乙醚时，可用无水氯化钙处理后再用金属钠处理，以除去水和乙醇。

3. 化学性质

乙醚和向其它醚一样很不活泼。化学性质稳定，与活泼金属、强酸、强碱等都不起反应。如常温下与金属钠不作用，因此常用金属钠干燥醚。但是在一定条件下，可发生醚特有的反应。

(1) yang 盐的生成

醚中的氧原子上具有孤电子对，能接受质子，但接受质子的能力较弱，只有与浓强酸中的质子，才能形成一种不稳定的盐，称 yang 盐。

(2) 醚键的断裂

在加热的情况下，醚与浓的氢碘酸作用时，醚键断裂，生成卤代烃和醇（或酚）。

(3) 过氧化物的生成

醚长期与空气接触下，会慢慢生成不易挥发的过氧化物。

4. 醚的分类和命名

醚的通式 $R-O-R$ ； $R-O-R'$ ； $Ar-O-R$ ； $Ar-O-Ar$

(1) 分类

(2) 命名

习惯命名法

简单醚：写出烃基名称，加上“醚”字。

CH_3-O-CH_3 二甲醚（简称甲醚）

混合醚：一般把较小的烃基放在前面。

$CH_3-O-CH_2CH_3$ 甲乙醚

结构复杂的醚：可当作烃的烷氧衍生物来命名，将较大的烃基当作母体，剩下的 OR 部分（烷氧基）看作取代基。

系统命名法

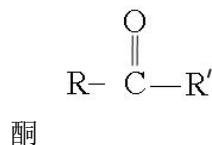
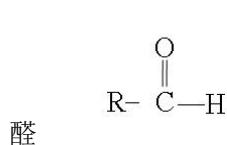
把醚看成是烃的烷氧（烷氧基-OR）衍生物，取较长的烃基作母体

环醚又称环氧化合物，命名三元、四元的环醚时，以“环氧”为词头，写在母体烃基之前；含较大环的环醚，可看做含氧杂环，一般按杂环命名规则来命名。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	乙醛、丙酮及醛酮的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1. 了解乙醛、丙酮的结构特点。 2. 掌握醛酮的化学通性。 3. 掌握醛酮的分类和命名。		
教学重点	醛酮的化学性质、醛酮的命名		
教学难点	醛酮的化学性质		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	1. 乙醛的物理性质及分子结构 10min 2. 丙酮的物理性质及分子结构 10min 3. 醛酮的分类与命名 25min 4. 醛酮的性质 45min		
思 考 题	P131 思考与练习 任务三		
作 业	P84 练一练，预习任务四		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		

教学内容

醛、酮分子中含有官能团羰基，故称为羰基化合物。



一、乙醛的性质和用途

1、性质

▲乙醛为无色易流动液体，有刺激性气味。

▲熔点-121℃，沸点 20.8℃，相对密度小于 1。能跟水、乙醇、乙醚、氯仿等互溶。

▲易燃易挥发，蒸气与空气能形成爆炸性混合物，爆炸极限 4.0%~57.0%（体积）。

2、用途

▲乙醛是有机合成的重要原料。

▲主要用于制取乙酸和乙酸酐；

▲也用于生产正丁醇、三氯乙醛等有机产品；

▲还可用于合成丁二烯，作为合成橡胶的原料。

二、丙酮的性质和用途

1、性质

◆丙酮为无色易挥发易燃液体，熔点-95℃，沸点 56℃。

◆具有特殊的气味；

◆与极性 & 非极性液体均能混溶，与水能以任何比例混溶。

2、用途

▲丙酮是重要的有机溶剂，广泛用于炸药、油漆、电影胶片等生产中。

▲是重要的有机合成原料，用于制造有机玻璃、环氧树脂、合成橡胶、氯仿、碘仿等产品。

▲生活中将其用作某些家庭生活用品（如液体蚊香）的分散剂。

▲化妆品中的指甲油含丙酮达 35%。

▲在精密铜管制造行业中，丙酮经常被用于擦拭铜管表面的黑色墨水。

三、醛、酮的分类和命名

1.分类

根据烃基结构分类：脂肪族醛（酮）、脂环族醛（酮）、芳香族醛（酮）

根据烃基是否饱和分类：饱和醛（酮）、不饱和醛（酮）

根据羰基数目分类：一元醛（酮）、多元醛（酮）

2.命名

(1)普通命名法（适用简单的醛、酮）

①醛与伯醇相似，按照所连烃基的名称命名为某醛。

有些醛也常用俗名，它们是由相应酸的名称而来

②酮类似醚,按照酮基所连接的两个烃基的名称命名,根据“次序规则”称为某(基)某(基)甲酮,带有芳基的混酮要把芳基写在前面。末尾加上“甲酮”两个字,“甲”代表羰基中的碳原子,但烃基的“基”字和甲酮的“甲”字常省略。

(2)系统命名法

①选主链。含羰基,最长碳链。

不饱和醛酮,主链应包含不饱和键。

芳香族醛酮,把芳环作取代基。

②编号。近羰基。

主链编号也可用 α 、 β 、 γ ……表示。

③取代基。

④标位号。醛基必在链端,命名时不必用数字标明其位置。

酮基的位置则需用数字标明,写在“某酮”之前。

芳香醛或酮,将芳香基作为取代基来命名

环酮命名类似脂肪酮,仅在前面加一“环”字

醛酮命名时习惯上还采用希腊字母 α 、 β 、 γ 等, α 碳指与醛基或酮基直接相连的碳原子。

四、醛、酮结构及化学性质

1. 醛、酮的结构

2. 物理性质

●甲醛在室温下为气体,市售的福尔马林是40%的甲醛水溶液。

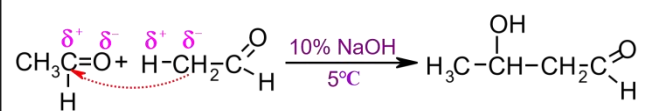
除甲醛外,12个碳原子以下的脂肪醛、酮均为液体。高级脂肪醛、酮和芳香酮多为固体。

●醛、酮一般不能形成分子间氢键,其沸点低于分子量相近的醇。

●由于 $C=O$ 为强极性键,能与水形成氢键,低级的醛、酮易溶于水。

当分子中烃基的部分增大时,水溶性迅速下降,含6个碳原子以上的醛、酮几乎不溶于水。

② 羟醛缩合反应



五、重要的醛酮的识用

- 1、甲醛
- 2、乙醛
- 3、苯甲醛
- 4、丙酮
- 5、苯乙酮
- 6、环己酮
- 7、麝香酮

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	乙酸及羧酸衍生物的识用		
授课学时	2 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；3 节（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；实验（ <input type="checkbox"/> ）；见习（ <input type="checkbox"/> ）；实训（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学目的	1.掌握羧酸以及羧酸衍生物的化学通性。 2.掌握羧酸以及羧酸衍生物的命名。 3.掌握常见的羧酸化学反应与用途。		
教学重点	乙酸的结构与性质；羧酸分类和命名；乙酸乙酯与羧酸衍生物的结构与性质		
教学难点	乙酸化学反应及应用		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input type="checkbox"/> ）；指导（ <input type="checkbox"/> ）；示教（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；Author ware（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；模型（ <input type="checkbox"/> ）；标本（ <input type="checkbox"/> ）；实物（ <input type="checkbox"/> ）；音像（ <input type="checkbox"/> ）；其它（ <input type="checkbox"/> ）		
教学过程 时间安排	一、羧酸：分类、命名、性质 二、羧酸衍生物：分类、命名、性质 三、重要的羧酸及衍生物的识用		
思考题	教材 p133 任务四		
作 业	完成单元测试		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		
教学内容	一、羧酸 1. 分类 (1) 根据烃基结构分类：		

(2) 根据羧基所连的烃基饱和与否分类:

(3) 根据羧基数目分类:

2. 羧酸的命名

(1) 俗名 根据它们的来源命名。

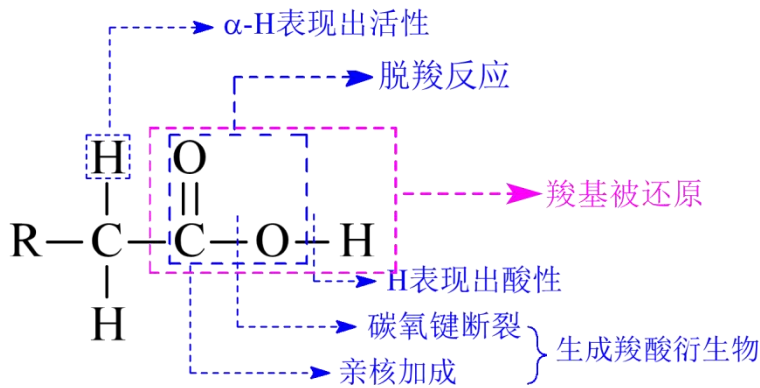
(2) 系统命名法

3. 羧酸性质

(1) 物理性质

(2) 羧酸的分子结构

(3) 羧酸的化学性质



二、羧酸衍生物的分类和命名

1. 分类和命名

重要的羧酸衍生物有：酰卤、酸酐、酯和酰胺。

2. 羧酸衍生物的物理性质

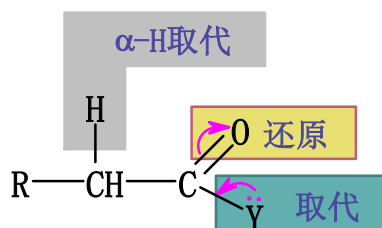
▲低级的酰卤和酸酐都具有强烈的刺激性气味，对眼睛和鼻粘膜有刺激作用，而许多酯却有愉快的香味，且易挥发。

▲酰胺除了甲酰胺外，几乎都是固体。

▲酰卤和低级酸酐遇水分解，高级酸酐和酯不溶于水，酰胺溶解度较大。

▲酰卤、酯和酸酐的熔点比相应羧酸低，而酰胺比相应羧酸高。

3. 羧酸衍生物的化学性质



三、重要的羧酸及衍生物 的识用

- 1、甲酸
- 2、乙酸
- 3、乙二酸
- 4、苯甲酸
- 5、乳酸 (α -羟基丙酸)
- 6、苹果酸 (2-羟基丁酸)
- 7、酒石酸 (2, 3-二羟基丁二酸)
- 8、柠檬酸 (3-羟基-3-羧基戊二酸)
- 9、水杨酸 (邻羟基苯甲酸)
- 10、没食子酸 (3, 4, 5-三羟基苯甲酸)

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	葡萄糖及糖类的识用		
授课学时	2 节（ ）； 3 节（ ）； 其它（ <input checked="" type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 实验（ ）； 见习（ ）； 实训（ ）； 其它（ ）		
教学目的	1、掌握葡萄糖的结构式、化学性质和用途。 2、了解糖类的组成和分类		
教学重点	葡萄糖的物理性质；葡萄糖的结构和变旋现象；葡萄糖的化学性质；葡萄糖的用途		
教学难点	葡萄糖的结构和变旋现象；葡萄糖的化学性质；手性分子。		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 讨论（ ）； 指导（ ）； 示教（ ）； 其它（ ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； Author ware（ ）； 其它（ ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 模型（ ）； 标本（ ）； 实物（ ）； 音像（ ）； 其它（ ）		
教学过程 时间安排	一、认识糖类 二、葡萄糖 三、其它单糖 四、寡糖 五、多糖		
思 考 题	教材 P161		
作 业	教材 P161 第 1.2 题		
教学后记	课后多加练习并给予学生辅导。		

教学内容

一、认识糖类

- 1、糖的概念
- 2、糖的分布
- 3、糖的分类

二、葡萄糖

（一）葡萄糖的物理性质

- 1、状态：白色晶体
- 2、溶解性：易溶于水，微溶于乙醇，不溶于乙醚和烃类
- 3、熔点：146℃
- 4、甜度：74.3
- 5、旋光度和比旋光度

（二）葡萄糖的结构和变旋现象

- 1、链状结构：D L
- 2、环状结构： α β
- 3、椅式和船式构象：

（三）葡萄糖的化学性质

1. 氧化反应
2. 还原反应
3. 成脎反应
4. 成苷反应（生成配糖物）
5. 莫利施反应（Molisch）
6. 与氧气反应
7. 脱水反应

（四）葡萄糖的用途

三、其它单糖

（一）果糖

- 1、状态：白色晶体
- 2、溶解性：易溶于水，乙醇，于醚和

3、熔点：103-105℃

4、甜度：173.3（最甜的单糖）

5、旋光度和比旋光度（左旋-92.5）

四、寡糖

1、蔗糖

（1）非还原糖。

（2）旋光性：蔗糖为右旋糖。

2、麦芽糖(maltose)

（1）还原糖。

（2）右旋糖： $[\alpha]_D = +136^\circ$

（3）工业上，通过酶解淀粉大量生产麦芽糖。

3、乳糖

（1）存在于各种动物的乳汁中。

人乳：5~7%，牛乳：4~5%。

（2）还原糖

（3）右旋糖： $[\alpha]_D = +55.4$

（4）乳糖不耐症：

五、多糖

（一）均一多糖

1、淀粉

2、糖原

3、纤维素(Cellulose)

4、几丁质(Chitin)

（二）不均一多糖

1、糖胺多糖(Glycosaminoglycan)

肝素(Heparin)、硫酸软骨素(Chondroitin Sulfate)、透明质酸(Hyaluronate)

2、琼脂(Agar)

3、果胶(Pectin)

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	油脂及脂类的识用		
授课学时	2 节（ ）； 3 节（ ）； 其它（ <input checked="" type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 实验（ ）； 见习（ ）； 实训（ ）； 其它（ ）		
教学目的	1.了解脂类的概念、分类及特点。 2. 掌握油脂的组成、结构、皂化、氢化，并了解皂化、氢化性质的简单应用。		
教学重点	油脂的结构与性质		
教学难点	油脂的结构与性质		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 讨论（ ）； 指导（ ）； 示教（ ）； 其它（ ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； Author ware（ ）； 其它（ ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 模型（ ）； 标本（ ）； 实物（ ）； 音像（ ）； 其它（ ）		
教学过程 时间安排	一、脂类的概念 二、脂类的分类 三、脂类的分布 四、脂类的主要生理功能 五、 油脂的识用 六、脂肪的理化性质 七、类脂		
思 考 题	1、如何判断油脂的质量？ 2、脂类化合物的共同特征是什么？		
作 业	P161 思考与习题		
教学后记	从现实生活中选取一些典型有趣的实例补充，让学生体会到学习的乐趣，复旧引新，让学生有种温故而知新的感觉。		
教学内容	<p>一、脂类的概念</p> <p>脂类是脂肪酸与醇类所形成的化合物及其衍生物、萜类、类固醇类及其衍生物的总称。</p>		

二、脂类的分类

1、单纯脂类（脂肪酸+醇）

（1）油脂：脂肪酸+甘油

（2）蜡：脂肪酸+高级醇

2、复合脂类：脂肪酸+醇+其他物质

如：卵磷脂=脂肪酸+甘油+磷酸+胆碱

3、萜类、类固醇类及其衍生物。（不含脂肪酸）

4、衍生脂类：上述脂类物质的水解产物。

三、脂类的分布

1、储存脂 ——甘油三酯

2、体脂——类脂

四、脂类的主要生理功能

五、 油脂的识用

1. 油脂的组成和结构

2、脂肪酸

六、脂肪的理化性质

1、物理性质

一般无色、无嗅、无味，呈中性，比重小于1。

（1）溶解性

1) 不溶于水而溶于有机溶剂中，在热乙醇内溶解度甚大，在冷乙醇中不易溶解。

2) 一般测定脂类总量时,用无水乙醚作抽提溶剂。

3) 脂肪能溶解脂溶性维生素和某些有机物质。

（2）熔点 没有确定的熔点

甘油三酯的熔点由其脂肪酸组成决定，不饱和脂肪酸的甘油酯熔点低。一般随饱和脂肪酸的数目和链长的增加而升高。

细胞膜的脂质在各种环境下以液态形式存在对维持细胞膜的正常功能具有重要意义。

（3）光学活性

甘油本身无光学活性，但如果甘油的第一、三碳原子上的脂肪酸不同时，则第二碳原子为手性碳原子，有光学活性即旋光性。天然的甘油三酯均有光学活性。

2、化学性质

- (1) 皂化和皂化值
- (2) 酸败和酸值
- (3) 氢化 (Hydrogenation)
- (4) 卤化和碘值

七、类脂

1、磷脂

- (1) 甘油磷脂组成
- (2) 重要的甘油磷脂
- (3) 磷脂的性质

2. 甾族(类固醇类)

- 功能：(1) 激素-代谢调节
- (2) 乳化剂-脂类的消化与吸收
 - (3) 抗炎症作用等

动物固醇——胆固醇

1. 运输不饱和脂肪酸；
2. 作为合成其它甾族化合物的原料。

胆固醇的病理性积累：胆结石、动脉粥样硬化、高血脂症

2. 萜类

来源：挥发油（又称香精油）的主要成分，从植物的花、果、叶、茎、根中得到有挥发性和香味的油状物。

作用：由于有香气和对哺乳动物的低毒性，是主要的香料和食用香料。

有一定的生理活性，如 祛痰、止咳、驱风、发汗、驱虫、镇痛。是医药、仪器和化妆品工业的重要原料。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下） 化学工业出版社		
授课题目	蛋白质和酶		
授课学时	2 节（ ）； 3 节（ ）； 其它（ <input checked="" type="checkbox"/> ）		
课 型	理论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 实验（ ）； 见习（ ）； 实训（ ）； 其它（ ）		
教学目的	1. 掌握氨基酸的结构通式，熟悉氨基酸的重要性质。 2. 重点掌握蛋白质的 α -螺旋、 β -折叠结构的特点和四级结构的特点。 3. 掌握蛋白质的胶体性质、两性电离与等电点、沉淀、变性作用和颜色反应，了解其简单的应用。 4. 了解酶的系统命名法和国际系统分类法。了解酶原及酶原激活的概念与作用。了解酶浓度、底物浓度、pH 值、温度、激活剂与抑制剂对酶促反应的影响 5. 理解酶的催化特性。 6. 掌握酶促反应动力学中米氏方程及 K_m 的意义与应用。		
教学重点	氨基酸结构与分类；氨基酸的性质；蛋白质的结构；蛋白质的性质；酶的化学本质及组成；酶分子结构特征和酶原激活；酶浓度的影响；底物浓度的影响；pH 值的影响；温度的影响；激活剂的影响；抑制剂的影响		
教学难点	氨基酸结构与分类；氨基酸的性质；蛋白质的结构；酶分子结构特征和酶原激活；酶浓度的影响；底物浓度的影响；pH 值的影响；温度的影响；激活剂的影响；抑制剂的影响。		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 讨论（ ）； 指导（ ）； 示教（ ）； 其它（ ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； Author ware（ ）； 其它（ ）	
教学资源	多媒体（ <input checked="" type="checkbox"/> ）； 模型（ ）； 标本（ ）； 实物（ ）； 音像（ ）； 其它（ ）		
教学过程 时间安排	任务一 氨基酸的识用 任务二 蛋白质的识用 任务三 酶功能及应用 任务四 酶促反应速率及变化		
思 考 题	查找资料并举例说明蛋白质等电点的作用有哪些？		
作 业	按侧链 R 基的极性写出 20 种氨基酸的类别，并写出各种氨基酸的三字符。		
教学后记	从现实生活中选取一些典型有趣的实例补充，让学生体会到学习的乐趣，复旧引新，让学生有种温故而知新的感觉。		

教学内容

任务一 氨基酸的识用

一、氨基酸的结构与分类

1、氨基酸的结构

各种氨基酸的区别在于侧链 R 基团的不同。

2、氨基酸的分类

根据 R 的化学结构

(1) 脂肪族氨基酸 (15 种) :

- 1) 疏水性: Gly、Ala、Val、Leu、Ile、Met、Cys;
- 2) 极性: Arg、Lys、Asp、Glu、Asn、Gln、Ser、Thr

(2) 芳香族氨基酸 (2 种) : Phe、Tyr

(3) 杂环氨基酸 (2 种) : Trp、His

(4) 杂环亚氨基酸 (1 种) : Pro

根据 R 的极性

(1) 非极性氨基酸: Gly、Ala、Val、Leu、Ile、Phe、Met、Pro、Trp

(2) 极性氨基酸:

- 1) 不带电: Ser、Thr、Asn、Gln、Tyr、Cys
- 2) 带正电: His、Lys、Arg
- 3) 带负电: Asp、Glu

二、氨基酸的性质

1、一般物理性质

(1) 无色晶体, 熔点极高 (200℃ 以上), 不同味道; 水中溶解度差别较大 (极性和非极性), 不溶于有机溶剂。

(2) 溶解性:

水中: 胱氨酸、酪氨酸不溶, 其他均溶。

稀酸、稀碱: 均溶。

乙醇、乙醚: 脯氨酸、羟脯氨酸溶解, 其他均不溶。

——通常酒精能把氨基酸从其溶液中沉淀析出。

(3) 熔点: 氨基酸的熔点极高, 一般在 200℃ 以上。

(4) 味感：其味随种类不同而异，有的无味、有的味甜、有的味苦，谷氨酸的单钠盐有鲜味。

(5) 旋光性：除甘氨酸外，氨基酸都具有旋光性

(6) 光吸收：构成蛋白质的 20 种氨基酸

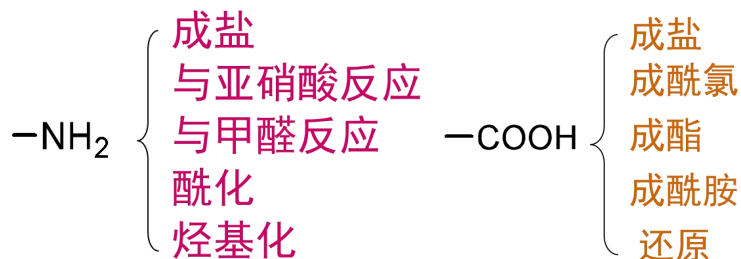
在可见光区都没有光吸收，

在远紫外区 (<220nm) 均有光吸收。

在近紫外区 (220-300nm) 只有酪氨酸、苯丙氨酸和色氨酸有吸收光的能力。

2、两性解离和等电点

3、 α - 氨基酸化学性质



三、氨基酸混合物的分析分离

任务二 蛋白质的识用

蛋白质：是由 20 种氨基酸组成的含氮大分子物质，并具有较复杂的三维结构及一定的生物功能。

一、蛋白质是生命的物质基础

二、蛋白质的元素组成

三、蛋白质的结构

1. 蛋白质的一级结构

蛋白质的一级结构指多肽链中氨基酸的排列顺序。

2. 蛋白质的二级结构

-螺旋 (α -helix)

-折叠 (β -pleated sheet)

-转角 (β -turn)

无规卷曲 (random coil)

3. 蛋白质的三级结构

整条肽链中全部氨基酸残基的相对空间位置。即肽链中所有原子在三维空间的排布位置。

4. 蛋白质的四级结构

四、蛋白质结构与功能的关系

五、蛋白质的分类

1. 根据分子形状分类

2. 根据组成分类

3. 根据蛋白质的功能分类

五、蛋白质性质

1、蛋白质的两性解离与等电点

2、蛋白质的胶体性质

3. 蛋白质的沉淀作用

4. 蛋白质的变性

5. 加热凝固

6. 蛋白质的紫外吸收

7、蛋白质的呈色反应

任务三 酶功能及应用

一、酶的概念

酶是由活细胞产生的具有催化功能的蛋白质（核酸），亦称生物催化剂。

二、酶的命名及分类

1 习惯命名法

2. 国际系统命名法

1 氧化还原酶类

2 转移酶类

3 水解酶类

4 裂解酶类

5 异构酶类

6 合成酶类（又称连接酶类）

三、酶的催化特性

与一般催化剂的相同点

1. 反应前后质与量不变，且用量少。
2. 缩短到达平衡的时间，不改变平衡点。
3. 只能催化本来进行的反应。
4. 降低反应所需活化能。

▲与一般催化剂的不同点

1. 高效 比一般催化剂高 10^6 — 10^{13} 倍

1mol/L 过氧化氢酶 1 秒钟可分解 105mol/L 底物

1mol/L 铁离子 1 秒钟可分解 10^{-5} mol/L 底物

2. 高度专一 酶对催化的反应和反应物有严格的选择性
3. 易受环境变化的影响（酶易失活） 引起蛋白质变性的因素都能使酶失活
4. 酶的催化活性可被调节控制

四、酶的化学本质及组成

1. 根据其化学组成的不同，将酶分为两类

单纯蛋白酶———为单纯蛋白质，其分子只由氨基酸组成，不含其它成分，酶的活性仅仅取决于它们的蛋白质结构。也称为单成分酶。

结合蛋白酶———为结合蛋白质，其分子组成除了蛋白质组分外，还要结合一些对热稳定的非蛋白有机小分子物质（有机辅因子）或金属离子（金属辅因子）。也称为双成分酶。

2. 根据酶蛋白分子的特点，可将酶分为 3 类

单体酶

寡聚酶

多酶复合体

五、酶分子结构特征和酶原激活

1. 酶的活性中心
2. 酶的别构部位
3. 酶原激活

任务四 酶促反应速率及变化

酶动力学是研究酶促反应的速度以及各种因素对酶促反应速度的影响机制。

一、酶的浓度[E]

酶促反应的速度和酶浓度成正比

二、底物浓度[S]

(1) 底物浓度曲线

酶促反应中，在酶浓度、pH、温度等条件不变的情况下，反应速度与底物浓度的关系呈矩形双曲线

(2) 米氏方程：

$$V = \frac{V_{\max} [S]}{K_m + [S]}$$

三、温度 (T)

T 对酶产生双重影响

最适温度：酶促反应速度最大时的环境温度。

四、pH 值

酶常常限于某一 PH 范围内才表现出最大的活力。

五、激活剂 (A)

酶的激活剂 (activator) : 凡作用于酶而使酶催化反应速度加快，乃至启动酶催化活性的物质，称为酶的激活剂，也叫活化剂。所引发的现象，称为激活作用

酶激活剂性质：

大多数为金属离子。如 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Mn^{2+} 等；

少数为阴离子。如 Cl^- 能增强唾液淀粉酶的活性。

小分子有机化合物。诸如，半胱氨酸、还原型谷胱甘肽、抗坏血酸、硫脲，以及 EDTA、胆汁酸盐（可激活胰脂肪酶）等。

六、抑制剂 (I)

■概念：凡能使酶活性下降或消失而不引起酶蛋白水解或变性的物质均称做酶的抑制剂。

■作用机理：抑制剂常常与酶的活性中心内或外的某些基团特异地结合，常见的如：羟基、巯基等，以抑制酶的催化活性。

■作用特点：除去抑制剂后，酶可恢复其催化活性。

■分类：不可逆性抑制作用；可逆性抑制作用

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析 化学工业出版社		
授课题目	实训一 葡萄糖、果糖旋光度的测定		
授课学时	2 节 () ; 3 节 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
课 型	理论 () ; 实验 () ; 见习 () ; 实训 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
教学目的	1、了解旋光仪测定旋光度的基本原理。 2、掌握用旋光仪测定溶液或液体物质的旋光度的方法。 3、了解葡萄糖和果糖的旋光性质。 4、学习通过测定旋光度计算溶液含糖量的方法。		
教学重点	旋光仪的使用和旋光度的计算		
教学难点	旋光仪的使用和旋光度的计算		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 示教 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint () ; Author ware () ; 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)	
教学资源	多媒体 () ; 模型 () ; 标本 () ; 实物 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 音像 () ; 其它 ()		
教学过程	1. 实训原理讲解 2. 实训演示 3. 学生实训 4. 实训总结		
思 考 题	影响旋光度的因素有哪些?		
作 业	完成实训报告		
教学后记	特别注意个别指导与集中指导, 及时解决学生的一些困惑和问题, 充分引导学生对标准的理解, 以便更好实施方案。		

实训一 葡萄糖、果糖的旋光度测定

一、实验目的

- 1、了解旋光仪测定旋光度的基本原理。
- 2、掌握用旋光仪测定溶液或液体物质的旋光度的方法。
- 3、了解葡萄糖和果糖的旋光性质。
- 4、学习通过测定旋光度计算溶液含糖量的方法。

二、实验原理

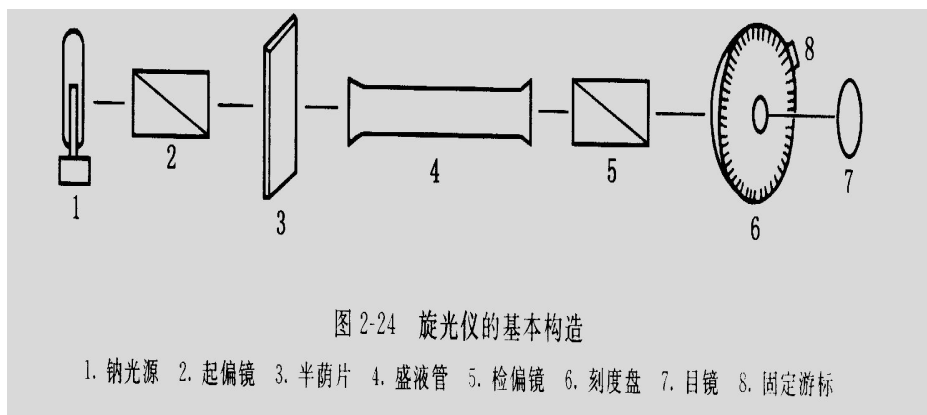
只在一个平面上振动的光叫做平面偏振光，简称偏振光。物质能使偏振光的振动平面旋转的性质，称为旋光性或光学活性。具有旋光性的物质，叫做旋光性物质或光学活性物质。旋光性物质使偏振光的振动平面旋转的角度叫做旋光度。

许多有机化合物，尤其是来自生物体内的大部分天然产物，如氨基酸、生物碱和碳水化合物等，都具有旋光性。这是由于它们的分子结构具有手征性所造成的。因此，旋光度的测定对于研究这些有机化合物的分子结构具有重要的作用，此外，旋光度的测定对于确定某些有机反应的反应机理也是很有意义的。

测定溶液或液体的旋光度的仪器称为旋光仪，其工作原理见下图。常用的旋光仪主要由光源、起偏镜、样品管（也叫旋光管）和检偏镜几部分组成。



旋光仪的工作原理



- 1—电源开关；
- 2—钠光源；
- 3—镜筒；
- 4—镜筒盖；
- 5—刻度游盘；
- 6—视度调节螺旋；
- 7—刻度盘转动手轮；

旋光仪外形示意图

物质的旋光度与测定时所用溶液的浓度、样品管长度、温度、所用光源的波长及溶剂的性质等因素有关。因此，常用比旋光度 $[\alpha]$ 来表示物质的旋光性。

$$[\alpha]_D^t = \frac{\alpha}{c \times L} \text{ (溶剂)}$$

溶液的比旋光度与旋光度的关系为：

式中 $[\alpha]$ ，为比旋光度； t 为测定时的温度($^{\circ}\text{C}$)，一般为 20°C ； D 表示钠光(波长 $\lambda = 589.3\text{nm}$)； α 为观测的旋光度； c 为溶液的浓度，以 g/mL 为单位； L 为样品管的长度，以 dm 为单位。

如果被测定的旋光性物质为纯液体，可直接装入样品管中进行测定，这时，比旋光度可由下式求出：

$$[\alpha]_D^t = \frac{\alpha}{d \times L}$$

式中 d 为纯液体的密度(g/mL)。测定旋光度具有以下意义：

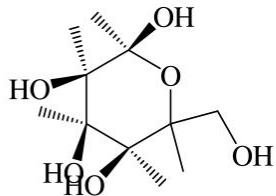
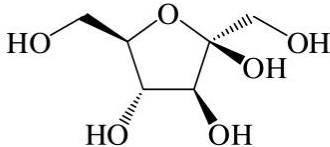
1. 测定已知物溶液的旋光度，再查其比旋光度，即可计算出已知物溶液的浓度。

2.将未知物配制成已知浓度的溶液，测其旋光度，计算出比旋光度，再与文献值对照，作为鉴定未知物的依据。

3.由比旋光度可按下式求出样品的光学纯度(OP)。光学纯度的定义是:旋光性产物的比旋光度除以光学纯试样在相同条件下的旋光度。

$$\text{光学纯度(OP)} = \frac{[\alpha]_D^T \text{观测值}}{[\alpha]_D^T \text{理论值}} \times 100\%$$

三、主要物料及产物的物理常数

	英文名	分子式	分子量	结构式	比旋光度 $[\alpha]_D^{20}$
D-葡萄糖	(2S,3R,4R,5S)-6-(hydroxymethyl)-2,3,4,5,6-pentamethyltetrahydro-2H-pyran-2,3,4,5-tetraol	C ₆ H ₁₂ O ₆	198.17		+52.5°
D-果糖	(2R,3S,4S,5R)-2,5-bis(hydroxymethyl)tetrahydrofuran-2,3,4-triol	C ₅ H ₁₀ O ₅	180.16		-92°

四、主要仪器设备

仪器：旋光仪 样品管

试剂：葡萄糖 果糖

三、操作方法和实验步骤

(一) 旋光仪预热

(二) 旋光仪零点的校正：

- 1、将放样管洗好，左手拿住管子把它竖立，装上蒸馏水，使液面凸出管口。
- 2、将玻璃盖沿管口边缘轻轻平推盖好，不能带入气泡，旋上螺丝帽盖，不要过紧。
- 3、将蒸馏水管擦干，放入旋光仪内盖上盖子，开启钠光灯，按清零键，读数盘显示 0.000 即可。

(三) 旋光度的测定

- 1、准确称取 2.0g 葡萄糖样品，溶解，转移至 20mL 容量瓶中配成溶液，倒入样品管，放入已调零的旋光仪内，待读数稳定读出读数。

注意：样品装入要求：润洗、无气泡、不漏液

2、每隔 20min 测定 1 次葡萄糖溶液的旋光值，至少测定 3 次，根据公式计算葡萄糖溶液的比旋光值。

(四) 实验结束后，洗净旋光管，装满蒸馏水。

五、结果与分析

实验数据记录表

	光程长度	旋光度			
		1	2	3	平均
葡萄糖	2 dm	+5.094°	+5.096°	+5.096°	+5.095°
果糖	1 dm	-4.740°	-4.742°	-4.738°	-4.740°

通过实验测得的旋光度，用下式分别计算葡萄糖溶液和果糖溶液的浓度：

$$[\alpha]_D^t = \frac{\alpha}{c \times L} (\text{溶剂})$$

葡萄糖：比旋光度 $[\alpha]_D^{20} = +52.5^\circ$ ，计算得 $c = 0.0485 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

果糖：比旋光度 $[\alpha]_D^{20} = -92^\circ$ ，计算得 $c = 0.0515 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

六、注意事项

1、试样溶液必须澄清，不应浑浊或含有混悬的小颗粒，否则，应预先过滤。试样溶液不能含有其它的光学活性杂质，如有机酸、蛋白质、核酸、生物碱。

2、每次测定之前应以溶剂做空白实验，校正零位。

七、讨论、心得

1、影响旋光度的因素

(1) 溶剂的影响

旋光物质的旋光度主要取决于物质本身的结构。另外，还与光线透过物质的厚度，测量时所用光的波长和温度有关。如果被测物质是溶液，影响因素还包括物质的浓度，溶剂也有一定的影响。因此旋光物质的旋光度，在不同的条件下，测定结果通常不一样。因此一般用比旋光度作为量度物质旋光能力的标准，其定义式为：比旋光度可用下式表

$$[\alpha]_D^t = \frac{\alpha}{c \times L} (\text{溶剂})$$

示：

式中，D 表示光源，通常为钠光 D 线；t 为实验温度(C)；a 为旋光度；L 为液层厚度(dm)；c 为浓度(g/ml)。

在测定比旋光度值时，应说明使用什么溶剂，如不说明一般指水为溶剂。

(2) 温度的影响

温度升高会使旋光管膨胀而长度加长，从而导致待测液体的密度降低。另外，温度

变化还会使待测物质分子间发生缔合或离解，使旋光度发生改变。通常温度对旋光度的影响，可用式：

$$[\alpha]_t = [\alpha]_{20} + Z(t-20)$$

表示。式中 t 为测定时的温度， Z 为温度系数。不同物质的温度系数不同。为此在实验测定时必须恒温，旋光管上装有恒温夹套，与超级恒温槽连接。

(3) 浓度和旋光管长度对比旋光度的影响

在一定的实验条件下，常将旋光物质的旋光度与浓度视为成正比，因为将比旋光度作为常数。而旋光度和溶液浓度之间并不是严格地呈线性关系，因此严格讲比旋光度并非常数，在精密的测定中比旋光度和浓度间的关系可用下面的三个方程之一表示：

$$\begin{aligned} [\alpha]_{\lambda}^t &= A + Bq \\ [\alpha]_{\lambda}^t &= A + Bq + Cq^2 \end{aligned} \quad [\alpha]_{\lambda}^t = A + \frac{Bq}{C+q}$$

式中 q 为溶液的百分浓度； A, B, C 为常数，可以通过不同浓度的几次测量来确定。旋光度与旋光管的长度成正比。旋光管通常有 10cm、20cm、22cm 三种规格。经常使用的有 10cm 长度的。但对旋光能力较弱或者较稀的溶液，为提高准确度，降低读数的相对误差，需用 20cm 或 22cm 长度的旋光管。

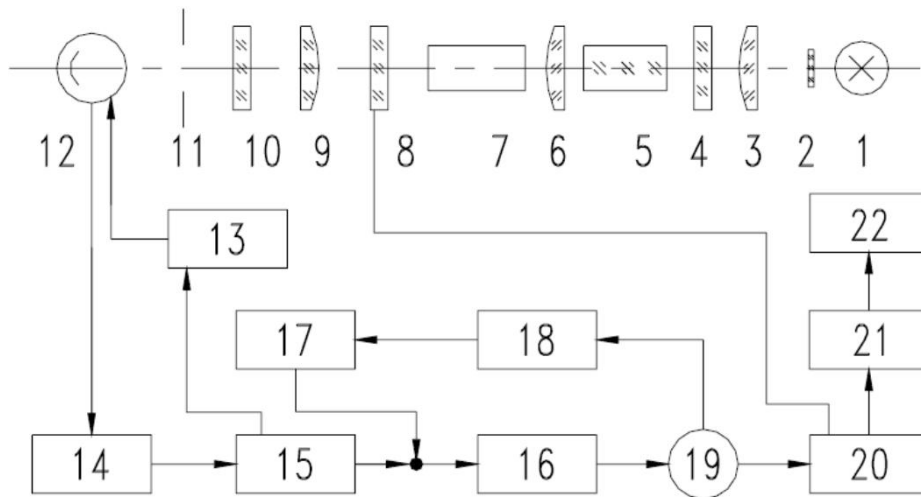
2、仪器介绍

WZZ-2S 自动旋光仪也是实验室中常用来测定旋光度的仪器之一。它采用光电检测自动平衡原理，进行自动测量。测量结果由数字显示。它具有稳定可靠、体积小，灵敏度高、没有人差、读数方便等特点。对目视旋光仪难以分析的低旋光度样品也能适应。



WZZ-2S 数字式自动旋光仪（上海精定科学保器有限公司）

该种仪器一般用 20W 钠光灯为光源，并通过可控硅自动触发恒流电源点燃，光线通过聚光镜、小孔光柱和物镜后形成一束平行光，然后经过起偏镜后产生平行偏振光，这束偏振光经过有法拉弟效应的磁旋线圈时，其振动面产生 50Hz 的一定角度的往复振动，该偏振光线通过检偏镜透射到光电倍增管上，产生交变的光电信号。当检偏镜的透光面与偏振光的振动面正交时，即为仪器的光学零点，此时出现平衡指示。而当偏振光通过一定旋光度的测试样品时，偏振光的振动面转过一个角度 α ，此时光电信号就能驱动工作频率为 50Hz 的伺服电机，并通过蜗轮杆带动检偏镜转动 α 角而使仪器回到光学零点，此时读数盘上的示值即为所测物质的旋光度。W77-2S 旋光仪的光学系统结构见下图。



1-钠灯；2-聚光镜；3-场镜；4-起偏器；5-调制器；6-准直镜；7-试管；8-检偏器；9-物镜；10-滤色片；11-光栏；12-光电倍增管；13-自动高压；14-前置放大；15-选频放大；16-功率放大；17-非线性控制；18-测速反馈；19-伺服电机；20-机械传动；21-模数转换；22-数字显示。

使用：

1、样品管的充填

将样品管一端的螺帽旋下，取下玻璃盖片(小心不要掉在地上摔碎!)，然后将管竖直，管口朝上。用滴管注入待测溶液或蒸馏水全管口，并使溶液的液面凸出管口。小心将玻璃盖片沿管口方向盖上，把多余的溶液挤压溢出，使管内不留气泡，盖上螺帽。管内如有气泡存在，需将气泡移动至样品管的凸颈位置。装好后，将样品管外部拭净，以免沾污仪器的样品室。

2、用 WZZ-2S 自动旋光仪测定糖类化合物的旋光度

(1) 接通电源后，打开电源开关(见仪器左侧)，等待 10min 使钠灯发光稳定。

(2) 打开光源开关，(若光源开关打开后，钠光灯熄灭，则再将光源开关上下重复打开 1 到 2 次，使钠光灯在直流下点亮，为正常。)

(3) 按“测量”键(见仪器正面)，这时液晶屏应有数字显示。

注意:开机后“测量”键只需按一次，如果误按该键，则仪器停止测量，液晶屏无显示。用户可再次按“测量”键，液晶重新显示，此时需重新校零。若液晶屏已有数字显示，则不需按“测量”键。

(4) 将已注入蒸馏水的样品管放入仪器试样室的试样槽中，盖上箱盖，待示数稳定后，按下“清零”键，使显示为零。

注意:样品管中若有气泡，应先让气泡浮在凸颈处。

(5) 取出装蒸馏水的样品管，将充满葡萄糖溶液的样品管放入试样室的试样槽中，盖好箱盖。仪器读数窗将显示出该样品的旋光度。

(6) 逐次按下复测按钮，重复读几次数，取平均值作为葡萄糖溶液的测定结果。

(7) 把葡萄糖溶液的换成果糖溶液重复步骤(5)、(6)测定果糖溶液的旋光度。

注意:记录所用样品管的长度、测定时的温度，并注明所用溶剂(如用水做溶剂则可省略)。

(8) 仪器使用完毕后，应依次关闭测量、光源、电源开关。

(9) 测定完毕，将样品管中的液体倒出，洗净，吹干，并在橡皮垫上加滑石粉保存。

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析（下）化学工业出版社		
授课题目	实训二 折光率的测定		
授课学时	2 节（ ）；3 节（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；其它（ ）		
课 型	理论（ ）；实验（ ）；见习（ ）；实训（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；其它（ ）		
教学目的	1、折光率测定方法 2、折光率仪的使用 3、原始数据表设计及数据处理		
教学重点	折光率仪的使用；原始数据表设计及数据处理		
教学难点	折光率测定；国标学习；数据处理		
教学方法	讲授（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；讨论（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；指导（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；示教（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；其它（ ）		
电子教案	有（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	Microsoft PowerPoint（ ）；Author ware（ ）；其它（ <input checked="" type="checkbox"/> ）	
教学资源	多媒体（ ）；模型（ ）；标本（ ）；实物（ <input checked="" type="checkbox"/> ）；音像（ ）；其它（ ）		
教学过程	1. 实训原理讲解 2. 实训演示 3. 学生实训 4. 实训总结		
思考题	见教材		
作 业	完成实训报告		
教学后记	特别注意个别指导与集中指导，及时解决学生的一些困惑和问题，充分引导学生对标准的理解，以便更好实施方案。		

实训二 折光率的测定

一、实训目的

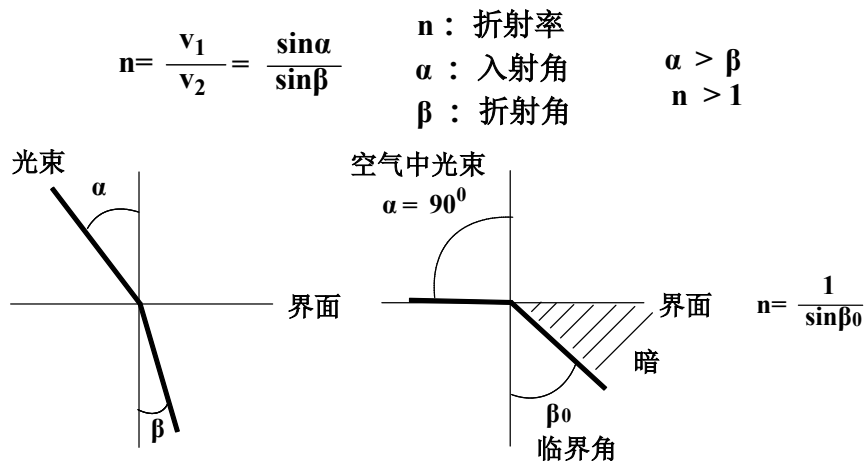
- 1、折光率测定方法
- 2、折光率仪的使用
- 3、原始数据表设计及数据处理

二、实训原理

1、折光率

光在不同介质中的传播速率不同,当光由第1介质进入第2介质的分界面时,即产生反射及折射现象。入射光夹角正弦与折射角的正弦之比,称为折光率。

折射定律:



实际应用中,折光率是指在 20℃ 的条件下,钠光谱的 D 线 ($\lambda = 589.3 \text{ nm}$) 光自空气中通过被测物质时的入射角的正弦与折射角的正弦之比,以 n_D^{20} 记之。

水的折光率 $n_D^{20} = 1.3330$

由于光在空气中的传播速度最快,因此,任何物质的折光率都大于 1。

2、测定折光率作用

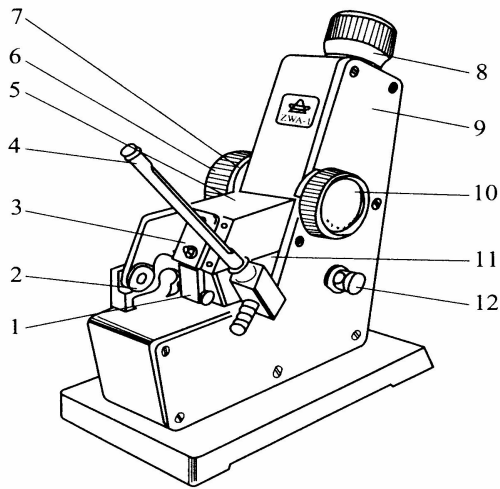
折光率是有机化合物的重要物理常数之一,作为液体化合物纯度的标志,比沸点更可靠。通过测定溶液的折光率,还可定量分析溶液的浓度。

通常用阿贝折射仪测定有机物的折光率,可测定浅色、透明、折光率在 1.3000~1.7000 范围内的物质。

3、折光率的影响因素: 主要由测定时温度和入射光波长影响。

$$n_D^{20} = n_D^t + 4 \times 10^{-4} \times (t - 20)$$

三、实训仪器



阿贝折射仪

- 1—反光镜；2—转轴；3—遮光板；
- 4—温度计；5—进光棱镜座；
- 6—色散调节手轮；7—色散值刻度圈；
- 8—目镜；9—盖板；10—手轮；
- 11—折射棱镜座；12—照明刻度盘聚光镜

四、折光率测试步骤

1. 试样制备

方案一 测定蔗糖溶液折光率

试样准备：分别配制质量分数为 0%、1%、2.5%、5%、10% 的蔗糖溶液

待测样：含糖饮料

方案二 测定乙醇溶液的折光率

试样准备：分别配制体积分数为 0%、20%、40%、60%、80%、100%的酒精溶液

待测样：白酒

2. 恒温

开启仪器光源,调整入射光反光镜使目镜和读数镜的视场明亮,将恒温水浴与棱镜组相连,调节水浴温度,使棱镜温度保持在 $(20.0 \pm 0.1)^\circ\text{C}$ 或规定温度。

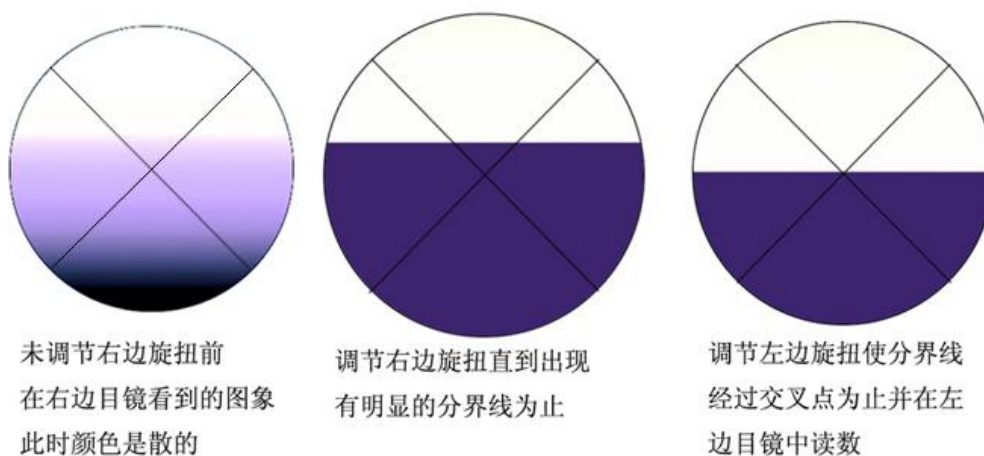
3. 折光仪的校准

通常用蒸馏水来进行校正,当测量折射率读数较高的物质时,通常用具有精确折光率的标准玻璃来校正。

用蒸馏水进行校正的操作:

- (1)清洗棱镜镜面,滴 1 滴纯水在下棱镜上,将上、下棱镜合上,由目镜观察,转动棱镜旋钮,使视野分为明暗两部分
- (2)旋动补偿旋钮,使视野中除黑白两色外,无其他颜色
- (3)转动棱镜旋钮,使明暗分界线在十字交叉点。

(4)在读数镜刻度尺上进行读数.20℃纯水的折射率 1.3330, 读数若不符合,调节校正螺旋,将读数指示调整到正确值即为校准。



用标准玻璃进行校正的操作:

- (1)打开下棱镜,把上方棱镜表面调整到水平位置,然后在标准玻璃块的抛光面上加上1滴 α -溴萘液体湿润,将其贴在上棱镜的抛光面上。
- (2)由目镜观察,调节补偿旋钮和棱镜旋钮使目镜视野内明暗分界线在十字交叉点上。
- (3)在读数镜刻度尺上读数,数值应为标准玻璃的折光率值. 同上方法进行校正。

4. 试样测定:

校准完毕后,拭净镜身各机件、棱镜表面并用乙醚或无水乙醇清洗,将透明试样在抛光面涂1点 α -溴萘使之贴在上棱镜表面,使恒温15min。

分别调节补偿旋钮和棱镜旋钮使目镜视野内明暗分界线在十字交叉点上。在读数镜刻度尺上读数,数值即为试样的折光率值。

在测定水溶性样品后,必须用脱脂棉吸水洗净。若为油类样品,须用乙醇或乙醚、苯等拭净。

五、数据记录和处理

1、将实验测定的折射率数据填入下表

测定温度 ____℃

浓度	0	20%	40%	60%	80%	100%	白酒
n							
20℃校正值 n_D^{20}							

2、以浓度组成为横坐标, 20℃折射率为纵坐标绘制乙醇溶液的折射率-组成曲线

3、从乙醇溶液的折射率-组成曲线查出白酒的浓度并填入上表中

【注意事项】

[1]阿贝折射仪可以和恒温水浴相连，调节所需温度，通常为 20℃。

[2]操作时要特别小心，严禁滴管的末端触及磨砂镜面，以免造成刻痕。

[3]试样液体应充满间隙；测定易挥发液体时应尽量缩短测定时间，或者及时补加试样。

[4]大多数有机物液体的折射率在 1.3000 — 1.7000 之间，若不在此范围内，就看不到明暗界线，所以不能用阿贝折光仪测定。

[5]读数时，若在目镜中看不到半明半暗分界线而是畸形，可能是由于棱镜间未充满液体；若出现弧形光环，可能是由于光线未经过棱镜而直接照射到聚光镜上。

[6]仪器长期使用，须对刻度盘的标尺零点进行校正。方法是按上述方法测定纯水的折射率，其标准值与测定位之差即为校正值。

附表：蒸馏水的折射率

温度 (°C)	折射率 (n _D)	温度 (°C)	折射率 (n _D)
10	1.33369	26	1.33240
11	1.33364	27	1.33229
12	1.33358	28	1.33217
13	1.33352	29	1.33206
14	1.33346	30	1.33194
15	1.33339	31	1.33182
16	1.33331	32	1.33170
17	1.33324	33	1.33157
18	1.33316	34	1.33144
19	1.33307	35	1.33131
20	1.33299	36	1.33117
21	1.33290	37	1.33104
22	1.33280	38	1.33090
23	1.33271	39	1.33075
24	1.33261	40	1.33061
25	1.33250		

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析 化学工业出版社		
授课题目	实训三 油脂皂化价的测定		
授课学时	2 节 () ; 3 节 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
课 型	理论 () ; 实验 () ; 见习 () ; 实训 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 明确测定油脂皂化价的意义。 2. 掌握油脂皂化价的测定原理。 3. 掌握油脂皂化价的方法。 		
教学重点	油脂皂化价的测定原理和方法		
教学难点	油脂皂化价的测定原理和方法		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 示教 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint () ; Author ware () ; 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)	
教学资源	多媒体 () ; 模型 () ; 标本 () ; 实物 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 音像 () ; 其它 ()		
教学过程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 实训原理讲解 2. 实训演示 3. 学生实训 4. 实训总结 		
思考题	什么是皂化价? 它有何意义?		
作 业	完成实训报告		
教学后记	<p>特别注意个别指导与集中指导, 及时解决学生的一些困惑和问题, 充分引导学生对标准的理解, 以便更好实施方案。</p>		

实训三 油脂皂化值的测定（GB5534—85）

测定油脂皂化价的意义：

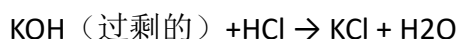
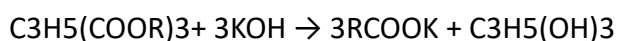
- 1、测定皂化价,可知道一种油脂中混合脂肪的平均相对分子质量。
- 2、油脂是化工行业的重要原料,制造化工中间体的过程中也常会先将油脂进行皂化,皂化价是将油脂皂化所需加碱量的依据。

一、实训目的

- 1、明确测定油脂皂化价的意义。
- 2、掌握油脂皂化价的测定原理。
- 3、掌握油脂皂化价的方法。

二、原理

脂肪的碱水解称皂化作用。皂化 1g 脂肪所需的 KOH 的毫克数,称为皂化价。脂肪的皂化价与相对分子质量成反比,由皂化价的数值可知混合脂肪的平均相对分子质量。油脂与氢氧化钾乙醇溶液共热时,发生皂化反应,剩余的碱可用标准酸液进行滴定,从而可计算出中和油脂所需的氢氧化钾毫克数。



三、仪器、试剂和材料

1、仪器

锥形瓶: 250m; 滴定管; 回流冷凝管; 恒温水浴锅; 吸管: 25ml; 天平: 感量 0.001g; 烧杯; 试剂瓶等。

2、试剂

(1) 0.500mol/L 氢氧化钾乙醇溶液: 称取化学纯氢氧化钾 30g, 溶于 95%乙醇中使成 1L, 摇匀, 静置 24h, 倾出上层清液, 贮于装有苏打石灰球管的玻璃瓶中。

(2) 0.500mol/L 标准盐酸溶液: 取浓盐酸 42.5ml, 加蒸馏水稀释至 1000ml, 然后对此溶液进行标定。

(3) 70%乙醇: 取 95%乙醇 70 ml, 加蒸馏水稀释至 95ml。

(4) 1%酚酞指示剂：称取酚酞 1g，溶于 100ml 95%乙醇。

3、材料

植物油、猪油

四、操作步骤

1. 在分析天平上称取脂肪 2g 左右，置于 250ml 烧瓶中，加入 0.1mol/LNaOH 乙醇液 25ml。

2. 烧瓶上装冷凝管于沸水浴内回溜 30-60min，至瓶内的脂肪完全皂化止（此时瓶内液体澄清并无油珠出现，若乙醇被蒸发，可酌情补充适量 70%乙醇）。

3. 皂化完毕，冷至室温，加 1%酚酞指示剂 2 滴，以 0.5mol/LHCl 液滴定剩余的碱（HCl 用量少可用微量滴定管），记录盐酸用量。

4. 另作一空白实验，除不加脂肪外，其余操作均同上，记录空白实验盐酸的用量。

五、结果计算

皂化价按公式计算：

$$\text{皂化价 (mgKOH/g 油)} = (V_2 - V_1) \times C \times 56.1 / W$$

式中：V₁—滴定试样用去的盐酸溶液体积，ml；

V₂—滴定空白用去的盐酸溶液体积，ml；

C—盐酸溶液的当量浓度；

W—试样重量，g；

56.1—氢氧化钾的毫克当量。

六、注意事项

1、实训中所用玻璃器皿一定要干燥、洁净，以免影响测定结果

2、皂化反应要完全，否则测定值不准确

七、思考题：

1. 什么是皂化价？它有何意义？

2. 评价油脂的指标还有哪些？

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析 化学工业出版社		
授课题目	实训四 纸色谱法分离氨基酸		
授课学时	2 节 () ; 3 节 (<input checked="" type="checkbox"/>); 其它 ()		
课 型	理论 () ; 实验 () ; 见习 () ; 实训 (<input checked="" type="checkbox"/>); 其它 ()		
教学目的	1. 学习氨基酸纸层析法的基本原理。 2. 掌握氨基酸纸层析的操作技术。		
教学重点	纸层析的操作技术		
教学难点	纸层析法的基本原理		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>); 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>); 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>); 示教 (<input checked="" type="checkbox"/>); 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>); Author ware () ; 其它 ()	
教学资源	多媒体 () ; 模型 () ; 标本 () ; 实物 (<input checked="" type="checkbox"/>); 音像 () ; 其它 ()		
教学过程	1. 实训原理讲解 2. 实训演示 3. 学生实训 4. 实训总结		
思 考 题	1. 整个操作过程中应注意哪些问题? 2. 为什么展层时要用两种溶剂? 3. 纸层析法分离氨基酸的原理是什么?		
作 业	完成实训报告		
教学后记	特别注意个别指导与集中指导, 及时解决学生的一些困惑和问题, 充分引导学生对标准的理解, 以便更好实施方案。		

实验四 氨基酸的分离鉴定——纸层析法

一、实验目的

1. 学习氨基酸纸层析法的基本原理。
2. 掌握氨基酸纸层析的操作技术。

二、实验原理

纸层析法 (paper chromatography) 是生物化学上分离、鉴定氨基酸混合物的常用技术, 可用于蛋白质的氨基酸成分的定性鉴定和定量测定; 也是定性或定量测定多肽、核酸碱基、糖、有机酸、维生素、抗菌素等物质的一种分离分析工具。纸层析法是用滤纸作为惰性支持物的分配层析法, 其中滤纸纤维素上吸附的水是固定相, 展层用的有机溶剂是流动相。在层析时, 将样品点在距滤纸一端约 2~3cm 的某一处, 该点称为原点; 然后在密闭容器中层析溶剂沿滤纸的一个方向进行展层, 这样混合氨基酸在两相中不断分配, 由于分配系数 (K_d) 不同, 结果它们分布在滤纸的不同位置上。物质被分离后在纸层析图谱上的位置可用比移值 (rate of flow, R_f) 来表示。所谓 R_f , 是指在纸层析中, 从原点至氨基酸停留点 (又称为层析点) 中心的距离 (X) 与原点至溶剂前沿的距离 (Y) 的比值:

$$R_f = \frac{\text{原点至层析点中心的距离}}{\text{原点至溶剂前沿的距离}} = \frac{X}{Y}$$

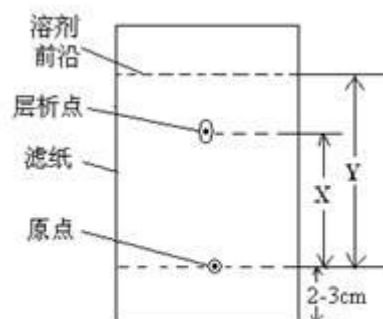


图 纸层析中的 R_f , $R_f = \frac{X}{Y}$

在一定条件下某种物质的 R_f 值是常数。 R_f 值的大小与物质的结构、性质、溶剂系统、温度、湿度、层析滤纸的型号和质量等因素有关。

由于氨基酸无色, 可利用茚三酮反应使氨基酸层析斑点显色, 从而作定性分析。本实验利用纸层析法分离氨基酸。

三、器材与试剂

(一) 器材

1. 层析缸 2. 点样毛细管 3. 小烧杯 4. 培养皿 5. 量筒 6. 喷雾器 7. 吹风机（或烘箱） 8. 层析滤纸（新华一号） 9. 直尺及铅笔

（二）试剂

1. 扩展剂（水饱和的正丁醇和甲酸混合液）

将正丁醇、甲酸、水以体积比 15 : 3 : 2 进行混合，

2. 氨基酸溶液

0.5%亮、缬、谷、脯、赖氨酸以及它们的混合液（各组份均为 0.5%）。

3. 显色剂

0.1%水合茚三酮丙酮溶液。

四、实验步骤

1. 准备滤纸

取层析滤纸（长 22 cm、宽 14 cm）一张，在纸的一端距边缘 2~3 cm处用铅笔划一条直线，在此直线上每间隔 3 cm作一记号。**注意事项：手不能直接接触滤纸；直线与底边平行。（图 1）**

2. 点样

用毛细管将各氨基酸样品分别点在这 6 个位置上，干后重复点样 2~3 次。每点在纸上扩散的直径最大不超过 3mm。

3. 扩展

用线将滤纸缝成筒状（图 2），纸的两边不能接触，（**注意：点样面朝外**）。将盛有约 20ml 扩展剂的培养皿迅速置于密闭的层析缸中，并将滤纸直立于培养皿中（**注意：点样的一端在下，扩展剂的液面需低于点样线 1cm，滤纸勿与缸壁接触**）。待溶剂上升 15~20 cm时即取出滤纸，用铅笔描出溶剂前沿界线，自然干燥或用吹风机热风吹干。

4. 显色

用喷雾器均匀喷上 0.1%茚三酮正丁醇溶液，然后用吹风机吹干或者置烘箱中（100℃）烘烤 5min 即可显出各层析斑点。

5. 计算

计算各种氨基酸的 Rf 值。

五、注意事项

1. 取滤纸前，要将手洗净，这是因为手上的汗渍会污染滤纸，并尽可能少接触滤纸；如条件许可，也可戴上一次性手套拿滤纸。要将滤纸平放在洁净的纸上，不可放在实验台上，以防止污染。
2. 点样点的直径不能大于 0.5 cm，否则分离效果不好，并且样品用量大会造成“拖尾巴”现象。
3. 在滤纸的一端用点样器点上样品，点样点要高于培养皿中扩展剂液面约 1cm。由于各氨基酸在流动相（有机溶剂）和固定相（滤纸吸附的水）的分配系数不同，当扩展剂从滤纸一端向另一端展开时，对样品中各组分进行了连续的抽提，从而使混合物中的各组分分离。

六、思考题

1. 整个操作过程中应注意哪些问题？
2. 为什么展层时要用两种溶剂？
3. 纸层析法分离氨基酸的原理是什么？

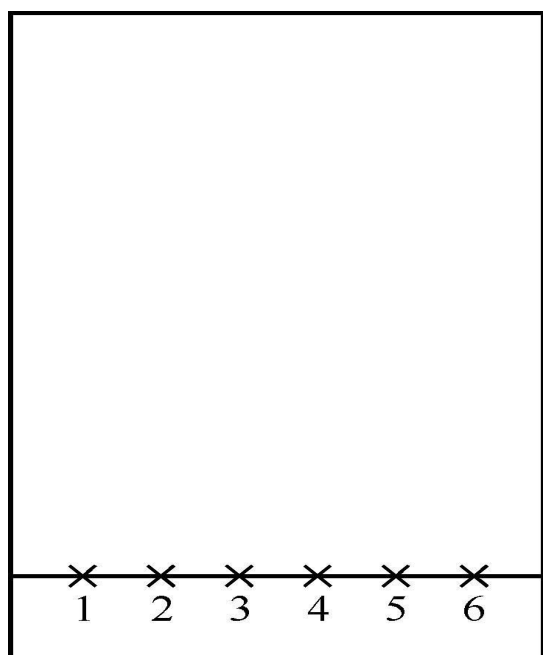


图1 纸层析点样标准图

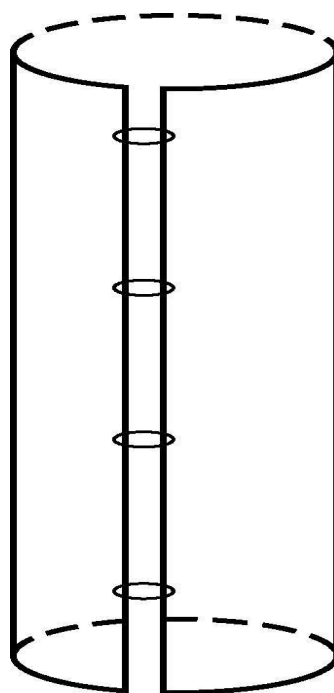


图2 卷成筒状的滤纸

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析 化学工业出版社		
授课题目	实训五 考马斯亮蓝测定蛋白质含量		
授课学时	2 节 () ; 3 节 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
课 型	理论 () ; 实验 () ; 见习 () ; 实训 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
教学目的	<ol style="list-style-type: none"> 1. 学习考马斯亮兰 G-250 染色法测定蛋白质含量的基本原理和方法。 2. 熟练掌握 723 型等分光光度计的使用和操作方法。 3. 学习运用标准曲线法测定样品中蛋白质含量的原理和方法。 4. 初步学习在生物组织中提取蛋白质的方法。 		
教学重点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 掌握测定原理 2. 正确记录原始数据及数据处理 		
教学难点	<ol style="list-style-type: none"> 1. 标准曲线的制作 2. 测定方法 		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 示教 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint () ; Author ware () ; 其它 (<input checked="" type="checkbox"/>)	
教学资源	多媒体 () ; 模型 () ; 标本 () ; 实物 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 音像 () ; 其它 ()		
教学过程	<ol style="list-style-type: none"> 1. 实训原理讲解 2. 实训演示 3. 学生实训 4. 实训总结 		
思 考 题	<ol style="list-style-type: none"> 1. 如何做才能使工作曲线线性更好? 2. 考马斯亮蓝 G-250 法测定蛋白质含量时, 应注意哪些问题? 		
作 业	完成实训报告		
教学后记	特别注意个别指导与集中指导, 及时解决学生的一些困惑和问题, 充分引导学生对标准的理解, 以便更好实施方案。		

实验五 考马斯亮蓝测定蛋白质含量

蛋白质是细胞中最重要的含氮生物大分子之一，承担着各种生物功能。蛋白质的定量分析是蛋白质构造分析的基础，也是农牧产品品质分析、食品营养价值比较、生化育种、临床诊断等的重要手段。根据蛋白质的理化性质，提出多种蛋白质定量方法。考马斯亮蓝 G-250 法是比色法与色素法相结合的复合方法，简便快捷，灵敏度高，稳定性好，是一种较好的常用方法。通过本实验学习考马斯亮蓝 G-250 法测定蛋白质含量的原理，了解分光光度计的结构、原理和在比色法中的应用。

一、 实训目的

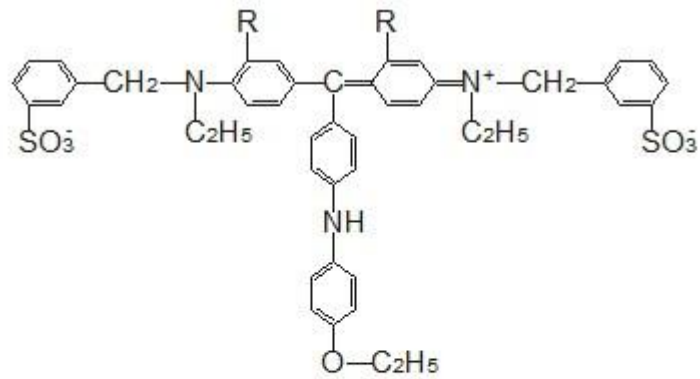
1. 学习考马斯亮蓝 G-250 染色法测定蛋白质含量的基本原理和方法。
2. 熟练掌握 723 型等分光光度计的使用和操作方法。
3. 学习运用标准曲线法测定样品中蛋白质含量的原理和方法。
4. 初步学习在生物组织中提取蛋白质的方法。

二、 实训原理

考马斯亮蓝法测定蛋白质浓度，是利用蛋白质-染料结合的原理，定量的测定微量蛋白浓度的快速、灵敏的方法。是目前常用方法之一。

考马斯亮蓝 G-250 存在着两种不同的颜色形式，红色和蓝色。考马斯亮蓝 G-250 在酸性游离状态下呈棕红色，最大光吸收在 465nm，当它与蛋白质结合后变为蓝色，最大光吸收在 595nm。在一定的蛋白质浓度范围内，蛋白质-染料复合物在波长为 595nm 处的光吸收与蛋白质含量成正比，通过测定 595nm 处光吸收的增加量可知与其结合蛋白质的量。

蛋白质和考马斯亮蓝 G-250 结合，在 2min 左右的时间内达到平衡，完成反应十分迅速，其结合物在室温下 1 小时内保持稳定。蛋白质-染料复合物具有很高的消光系数，使得在测定蛋白质浓度时灵敏度很高，可测微克级蛋白质含量。



其中：R=H 时，为 R-250 （R 指红蓝色）
R=CH₃ 时，为 G-250 （G 指蓝绿色）

图 6 考马斯亮蓝 G-250 结构图

三、实训材料、器材与试剂

1. 材料

豆芽

2. 器材

- (1) 723 分光光度计； (2) 试管及试管架；
(3) 各型号吸量管； (4) 坐标纸； (5) 记号笔。

3. 试剂

(1) 考马斯亮蓝 G-250 染色液：取考马斯亮蓝 G-250 100mg 溶于 50mL95%乙醇中，加 100mL85%磷酸，加水稀释至 1 升。

(2) 标准蛋白溶液：用牛血清白蛋白，预先经微量凯氏定氮法测定蛋白质含量，根据其纯度，配制成 1000 μg/mL 的蛋白质标准溶液。

标准原液的配制：在分析天平上精确称取 0.1g 结晶牛血清白蛋白，于小烧杯内，加入少量蒸馏水溶解后转入 100mL 容量瓶中，烧杯内的残液用少量蒸馏水冲洗数次，冲洗液一并倒入容量瓶中，最后用蒸馏水定容至刻度。配制成标准原液，其中牛血清白蛋白浓度为 1000 μg/mL。

四、实训步骤

1. 标准曲线的制作

分别取 6 支试管，编号，按下表加入试剂，混匀，室温放置 5~30 分钟。

	标准蛋白溶液 (1000 μg/mL)					
管号	1	2	3	4	5	6
样品/mL	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
水/mL	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0
蛋白质含量/μg	0	200	400	600	800	1000
染色液(mL)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
A 值						

用 722 分光光度计在 595nm 处比色。记录 1~6 管所读吸光值，以蛋白质含量 (μg) 为横坐标，以吸光度为纵坐标，绘出标准曲线。

2. 样品中蛋白质含量的测定

称样 研磨 离心 分离 定容 取样 测定

(1) 准确称取小麦叶片 (或绿豆芽下胚轴) 约 200mg, 放入研钵中, 加入蒸馏水在冰浴中研成匀浆, 转移到离心管中, 于 4000r/min 离心 10min, 将上清液倒入 10mL 容量瓶中, 再向残渣中加入 2.0mL 蒸馏水悬浮后以 4000r/min 再离心 10min, 合并上清液, 定容至刻度。

(2) 另取 1 支具塞试管, 准确加入 0.1 ml 样品提取液, 再加入 0.9 ml 蒸馏水, 5ml 考马斯亮蓝 G-250 试剂, 充分混合, 放置 2min 后, 以标准曲线 1 号试管做参比, 在 595 nm 波长下比色, 记录吸光度。

3. 计算蛋白质含量

根据样品吸光值在标准曲线上查出对应蛋白质含量, 根据下列公式计算出样品中蛋白质含量。

$$\text{蛋白质含量} (\mu\text{g/g}) = \frac{w (\mu\text{g}) \times \text{样品提取液总体积 (mL)}}{[\text{测定时取用体积 (mL)} \times \text{样品鲜重 (g)}]}$$

式中 w 为标准曲线上查得的蛋白质含量, 单位为 μg。

五、注意事项

- (1) 如果测定要求很严格，可以在试剂加入后的 5~20min 内测定光吸收，因为在这段时间内颜色是最稳定的。比色反应需在 1h 内完成。
- (2) 测定中，蛋白-染料复合物会有少部分吸附于比色杯壁上，实验证明此复合物的吸附量是可以忽略的。测定完后可用乙醇将蓝色的比色杯洗干净。
- (3) 由于考马斯亮兰染色能力强，比色杯一定要洗干净。不可用石英杯测定。
- (4) 考马斯亮蓝 G-250 对呼吸道、眼睛和皮肤有刺激，在配制该试剂时必须佩戴安全眼镜和手套，在通风橱内操作。如果有溅出，立即用大量水冲洗。
- (5) 考马斯亮蓝 G-250 不宜久存，以 1-2 个月为宜。

六、思考题

1. 如何做才能使工作曲线线性更好？
2. 考马斯亮蓝 G-250 法测定蛋白质含量时，应注意哪些问题？

课程名称	化学物料识用与分析	专业班级	应用化工技术 24 级
教材名称	化学物料识用与分析 化学工业出版社		
授课题目	实训六 从牛奶中提取酪蛋白		
授课学时	2 节 () ; 3 节 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
课 型	理论 () ; 实验 () ; 见习 () ; 实训 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
教学目的	1. 加深对蛋白质胶体溶液稳定因素的认识。 2. 掌握从牛奶中制备酪蛋白的方法和原理。		
教学重点	酪蛋白的提取和纯化		
教学难点	酪蛋白的提取和纯化		
教学方法	讲授 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 讨论 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 指导 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 示教 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 其它 ()		
电子教案	有 (<input checked="" type="checkbox"/>)	Microsoft PowerPoint (<input checked="" type="checkbox"/>) ; Author ware () ; 其它 ()	
教学资源	多媒体 () ; 模型 () ; 标本 () ; 实物 (<input checked="" type="checkbox"/>) ; 音像 () ; 其它 ()		
教学过程	1. 实训原理讲解 2. 实训演示 3. 学生实训 4. 实训总结		
思 考 题	1、为什么调整溶液的 pH 可以将酪蛋白沉淀出来？ 2、制备高产率纯酪蛋白的关键是什么？		
作 业	完成实训报告		
教学后记	特别注意个别指导与集中指导,及时解决学生的一些困惑和问题,充分引导学生对标准的理解,以便更好实施方案。		

实训八 从牛奶中提取酪蛋白

一、实训目的

1. 加深对蛋白质胶体溶液稳定因素的认识
2. 掌握从牛奶中制备酪蛋白的方法和原理。

二、实训原理

牛奶是一种乳状液，主要由水、脂肪、蛋白质、乳糖和盐组成。酪蛋白是牛奶中的主要蛋白质，约占乳蛋白含量的 80%，酪蛋白不是单一的蛋白质，是含磷蛋白质的复杂混合物，它在牛乳中的含量约为 3.5g/100ml，比较稳定，利用这一性质可以检测牛乳中是否掺假。

蛋白质是两性化合物，在等电点条件下，蛋白质的溶解度最小，容易析出沉淀。当调节牛奶的 pH 达到酪蛋白的等电点 (pH=4.6~4.8) 时，蛋白质所带正、负电荷相等，呈电中性，此时酪蛋白的溶解度最小，会从牛奶中沉淀出来，以此分离得到酪蛋白。酪蛋白不溶于乙醇和乙醚，可用此两种溶剂除去酪蛋白中的脂肪，便可得到较纯的酪蛋白。

三、仪器、材料和试剂

(一) 器材

酸度计、恒温水浴锅、台式离心机、磁力搅拌器、电子天平、布氏漏斗、抽滤瓶、真空抽气泵、烧杯、量筒、容量瓶、移液管、离心管、表面皿、玻璃棒。

(二) 材料

鲜牛奶

(三) 试剂

- 1、无水乙醚
- 2、95%乙醇
- 3、0.5mol/L 的 HCl
- 4、0.5mol/L 的 NaOH
- 5、0.2mol/L pH4.7 的醋酸-醋酸钠缓冲液

A 液 (0.2mol/L 的醋酸钠溶液)：称取 NaAc·3H₂O 54.44g，用蒸馏水溶解并定容至

2000ml。

B液（0.2mol/L的醋酸溶液）：称取优级纯醋酸（含量大于99.8%）12.0g，定容至1000ml。

取A液1770ml与B液1230ml混合即得pH值为4.7的醋酸-醋酸钠缓冲液3000ml。

6、乙醇-乙醚混合液 乙醇：乙醚=1：1（体积比）

四、操作步骤

（一）酪蛋白的粗提

1、预处理

将50ml牛奶与50ml pH值为4.7的醋酸-醋酸钠缓冲液分别置于100ml小烧杯中，在水浴中加热至40℃（应注意两种液体都应分别先预热至备用）。

2、调pH值

将40℃的牛奶置于磁力搅拌器上，在搅拌下缓慢加入预热至40℃的pH值为4.7的醋酸-醋酸钠缓冲液。用酸度计调pH至4.7（用0.5mol/L的HCl或0.5mol/L的NaOH溶液进行调整）。观察牛奶开始有絮状沉淀出现后，静置一定时间使沉淀完全。

3、离心

将上述悬浮液冷却至室温，转移至离心管。离心分离10min（3000r/min），弃去上清液，得到的沉淀即是酪蛋白粗制品。

（二）酪蛋白的纯化

1、水洗

用蒸馏水洗涤沉淀，将沉淀搅起，同上离心分离（10min，3000r/min），弃去上清液，如此重复三次得到沉淀蛋白。

2、去脂

在沉淀中加入30ml 95%的乙醇，搅拌片刻振荡摇匀，将全部悬浊液转移至布氏漏斗中抽滤。用乙醇-乙醚混合液洗涤沉淀2次，抽滤。

3、称重

将沉淀摊开在表面皿上，风干得酪蛋白纯品，称取所获酪蛋白的质量（g）。

（三）计算含量和得率：

酪蛋白含量（g/ml）=酪蛋白（g）/100ml×100%；

得率=测得含量/理论含量×100%。

四、注意事项

- 1、离心管中装入样品后必须严格配平，否则对离心机损坏严重。
- 2、离心管装入样品后必须盖严，并擦干表面的水分和污物后方可放入离心机。
- 3、离心机用完后应拔下电源，然后检查离心腔中无水迹和污物，擦除干净后才能盖上盖子放好保存，以免生锈和损坏。
- 4、酪蛋白等电点随温度不同而变化，等电点 pH 为 4.6~4.8。分离酪蛋白时，边加醋酸，边搅拌，边测 pH，同时观察沉淀。开始快搅拌，接近等电点时，应慢搅拌。
- 5、酪蛋白沉淀用 200 目的尼龙布过滤比较好，同时进行抽滤。用滤纸很难过滤；而用纱布过滤，酪蛋白容易粘在其上。
- 6、用乙醇和乙醚清洗酪蛋白沉淀时，应将酪蛋白捣碎，并在溶剂中搅拌、浸泡，充分洗净脂肪。纯净的酪蛋白应为白色，若发黄表明脂肪未洗干净。
- 7、乙醚具有挥发性，是有毒的有机溶剂，所以最好在通风橱内操作
- 8、目前市面上出售的牛奶是经过加工的奶制品，不是纯牛奶，所以应按产品的相应指标计算。

六、思考题

- 1、为什么调整溶液的 pH 可以将酪蛋白沉淀出来？
- 2、制备高产率纯酪蛋白的关键是什么？